







ANNALEN

der

PHYSIK und CHEMIE



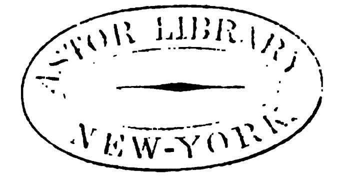
ANNALEN

DER

PHYSIK UND CHEMIE.

BAND LI.

ANNALEN
DER
PHYSIK
UND
CHEMIE.



HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

EIN UND FUNFZIGSTER BAND.

DER GANZEN FOLGE HUNDERT SIEBEN UND ZWANZIGSTER.

NEBST ZWEI KUPFERTAFELN.

LEIPZIG, 1840.
VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.



ANNALEN
DER
PHYSIK
UND
CHEMIE.

ZWEITE REIHE.

HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

EIN UND ZWANZIGSTER BAND.

NEBST ZWEI KUPFERTAFELN.

LEIPZIG, 1840.
VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.

I n h a l t

des Bandes LI der Annalen der Physik und Chemie.

— —

Erstes Stück.

Zweites Stück.

Drittes Stück.

Viertes Stück.

Nachweis zu den Kupfertafeln.

Berichtigungen

zum Aufsatz von Fechner, Bd. L:

Seite 199 Zeile 18 von oben lies heben, statt haben.
— 200 Z. 10 v. ob. l. kreuzen, st. berühren.
— 202 Z. 8 v. ob. l. schwarzen, st. weifsen.
— 213 Z. 4 v. ob. l. Dunkelheit, st. Deutlichkeit.
— 429 Z. 8 v. unten l. anklingen, st. verklingen.
— 439 Z. 2 v. oben l. Dove, st. Darwin.
— 446 Textzeile 1 v. unten l. vorauszusetzen, st. vorauszusehen.
— 451 Z. 15 v. oben l. verlaufende, st. vorleuchtenden.
— 452 Z. 14 v. ob. l. schwächeren, st. stärkeren.
— 455 Z. 2 v. ob. hinter Sonne l. nöthig.

1840. ANNALEN №. 9.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND LI.

I. *Ueber die Erregung von Tönen mittelst der Wärme; von A. Seebeck.*

I. Ueber das Trevelyan-Instrument.

Wenn man ein Stück heiſses Metall auf ein anderes kaltes Metall legt, so entsteht unter gewissen Umständen ein ziemlich starker anhaltender Ton. Obgleich man Erscheinungen dieser Art schon früher hin und wieder wahrgenommen hatte [1]), so kennt man doch erst seit einigen Jahren die Bedingungen für die Entstehung dieses Tones so weit, daſs man denselben beliebig hervorzubringen im Stande ist. Man verdankt diese Kenntniſs einer ausführlichen Untersuchung, welche Trevelyan über diese Bedingungen angestellt hat, nachdem er zufällig das Tönen eines heiſsen Schüreisens, das auf einen kalten Bleiblock gelegt war, wahrgenommen hatte. Aus den Versuchen dieses Beobachters und den Bemerkungen einiger anderer Physiker [2]) ergiebt sich unzweideutig die *nächste* Ursache des Tones. Es muſs nämlich das heiſse Metall die kalte Unterlage in zwei Punkten berühren, und dann auf diesen beiden Stützpunkten so hin- und herwackeln, daſs es abwechselnd jetzt in dem einen und dann in dem andern gegen die Unterlage schlägt. Die Erschütterungen, welche dann dieses wiederholte Anschlagen hervorbringt, folgen so schnell

1) Unzweifelhaft gehört dahin das vom Hütteninspector Schwarz zu Hettstädt bemerkte Tönen einer heiſsen Silbermasse auf einem eisernen Ambos, wovon Gilbert, Annal. der Phys. Bd. XXII S. 323, Nachricht giebt.

2) Die wesentlichsten Ergebnisse dieser Untersuchungen findet man in dies. Annal. Bd. XXIV S. 466 und Bd. XXXIII S. 553.

und regelmäfsig auf einander, dafs sie sich zu dem Eindrucke eines Tones vermischen.

Die Art den Versuch am zweckmäfsigsten anzustellen, ist daher diese: Das Instrument, welches erhitzt werden soll, und etwa aus Messing, oder noch besser aus Kupfer verfertigt ist, erhält die Gestalt eines wagerecht liegenden prismatischen Körpers, etwa $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll breit und 4 bis 5 Zoll lang, der zu einem ebenfalls wagerechten Stiele verlängert wird, um an diesem einen dritten Stützpunkt zu finden, den es nicht verläfst wie die beiden andern, sondern um den es sich nur beim Hin- und Herschwingen dreht, der daher aus einem beliebigen Stoffe verfertigt seyn und auf einer beliebigen Unterlage ruhen kann. Damit aber die metallische Unterlage, wozu im Allgemeinen am besten Blei dient, in zwei Punkten von dem Instrument berührt werde, erhält entweder dieses auf seiner unteren Fläche zwei der Länge nach laufende Ränder, sehr nahe bei einander, und wird dann auf einen geraden Bleiklotz gelegt, oder man bringt an dem Blei zwei Erhöhungen an, und giebt dann dem kupfernen Instrument eine ebene Unterfläche. Fig. 1 Taf. I. stellt den Querschnitt eines Instruments vor, das ich mir nach der ersten Beschreibung des Versuchs verfertigen liefs; es wird auf einen ebenen Bleiklotz gelegt, Fig. 2 Taf. I ist der Querschnitt eines rechtwinklich parallelepipedischen Instruments, welches zwei Hervorragungen der bleiernen Unterlage verlangt. Fig. 3 Taf. I zeigt die Form des Querschnittes, welche Trevelyan als die beste gefunden hat; da er vorschreibt, die Bleiunterlage rauh zu machen, so wird die schmale Unterfläche des Instruments leicht zwei Erhöhungen antreffen, ähnlich wie in Fig. 2; doch können auch wohl die beiden Ränder der schmalen Unterfläche als Berührungspunkte dienen, um welche die Drehung erfolgt, wie diefs bei Forbes nachher zu besprechenden Beobachtungen der Fall gewesen zu seyn scheint. Legt man nun das

Instrument *kalt* auf das Blei und stöfst es an, so wakkelt es ein Paar Mal hin und her, kommt aber sehr bald zu Ruhe; ist dagegen das Kupfer heifs und das Blei kalt, so beharrt jenes nach dem Anstofsen in seiner schwingenden, wackelnden Bewegung, jedoch so rasch, dafs die dadurch erzeugten Erschütterungen gewöhnlich nicht mehr einzeln unterschieden werden können, sondern sich zu einem Tone vermischen [1]).

Dafs hierin die nächste Ursache des Tones liegt, kann als ausgemacht angesehen werden. Allein nun entsteht die zweite Frage: wie nämlich die Wärme hier die Kraft liefert, durch welche die Bewegung des Instruments dauernd unterhalten wird, d. h. welche dem Instrument den Verlust an Bewegung ersetzt, den es durch die Hindernisse bei jeder Schwingung erleidet. Einige Physiker sind der Ansicht, dafs die bekannteste Wirkung der Wärme, nämlich die Ausdehnung, welche sie hervorbringt, zur Erklärung der Erscheinung hinreiche. Forbes dagegen verwirft diese Erklärung, als eine mit den Beobachtungen nicht übereinstimmende, und folgert aus den Versuchen das Vorhandenseyn einer abstofsenden Kraft, welche beim Uebergange der Wärme aus einem besseren Leiter in einen schlechteren in Thätigkeit trete.

Diese Widersprüche in Beziehung auf die Theorie des Gegenstandes sind indefs nicht die einzigen, welche hier aufzuklären sind, sondern es finden deren auch in Beziehung auf die Beobachtung statt, und es ist ebenfalls Forbes, welcher in den aus seinen Versuchen gezogenen Erfahrungssätzen in Widerspruch mit gewissen Beobachtungen Trevelyan's tritt.

Unter diesen Umständen schien es mir nicht über-

1) Der Ton entsteht auch, wenn das heifse Kupfer festliegt, und das kalte Blei auf ihm so liegt, dafs es auf zwei Punkten hin und her wackeln kann. Ich werde jedoch im Folgenden das kalte Metall als das festliegende annehmen, und daher den *Träger* nennen, unter dem Namen *Wieger* aber das heifse Metall verstehn.

flüssig zu seyn, die Untersuchung dieser sonderbaren Erscheinung aufzunehmen, und die Bedingungen derselben durch den Versuch vollständiger zu ermitteln. Ich ging an diese Arbeit in der Voraussetzung, dafs die Kraft um welche es sich hier handelt, *meſsbar* seyn werde und dafs durch solche Messungen sich genauer als bis dahin ergeben müsse, von welchen Eigenschaften beider Metalle sie eine Function sey. Es war zu erwarten dafs sich aus der Form dieser Function werde schliefsen lassen, ob jene Bewegung durch die bereits bekannten Wirkungen der Wärme erklärt werde, oder ob darin eine neue Kraft zu erkennen sey, über welche dann jene Messungen einigen weiteren Aufschlufs gewähren würden.

Es ist nöthig zuvörderst zu betrachten, wie eine solche abstofsende Kraft beschaffen seyn müsse, um den in Rede stehenden Effect hervorzubringen. Es sey $b'b$, Fig. 4 Taf. I, die untere Fläche des Wiegers in der Lage, in welcher sie beide Stützpunkte berührt, $c'c$ aber die Lage, in welche sie tritt, wenn sie sich um einen dieser Stützpunkte a dreht. Der Schwerpunkt des Wiegers liege in der Mitte dieser Linie in s, oder über oder auch unter s. So lange das eine Ende der Linie von b nach c steigt, hat auch der Schwerpunkt eine steigende Bewegung, und eine abstofsende Kraft in a wird dieser Bewegung nicht zu Hülfe kommen, sondern ihr entgegenwirken. Wenn dagegen der Wieger von c nach b zurückgeht, so hat der Schwerpunkt eine fallende Bewegung, und diese würde durch eine in a wirkende Abstofsung befördert werden. Bliebe also die abstofsende Kraft während der ganzen Dauer der Berührung von ungeänderter Stärke, so würde sie die Bewegung des Wiegers, während der Schwerpunkt steigt, eben so sehr verzögern, als während er fällt, beschleunigen, also keine andere Wirkung haben, als eine etwas vermehrte Gravitation, die zwar die Schwingungen etwas schneller, aber keineswegs dauernd machen würde. Um den Verlust

zu compensiren, den der Wieger an seiner Bewegung fortwährend erleidet, müfste jene abstofsende Kraft entweder nur während der fallenden Bewegung des Schwerpunktes wirken, oder doch während dieser stärker, als während der steigenden.

Wenden wir diefs zunächst auf die Folgerungen an, die Forbes (*Lond. et Edinb. ph. Mag. and Journ. of scienc. IV*) aus dem Schwingen des Trevelyan-Instruments gezogen hat. Indem er aus den von ihm angestellten Beobachtungen den Schlufs zieht, dafs dauernde Schwingungen immer nur dann eintreten, wenn das heifse Metall ein besserer Wärmeleiter sey, als das kalte, veranlafst ihn diefs zu der Annahme, dafs beim Uebergange der Wärme aus einem besseren Leiter in einen schlechteren, hier also am Berührungspunkte der beiden Metalle, eine Abstofsung zwischen diesen erzeugt werde. Allein, gesetzt dafs eine solche wirklich statt fände, so überzeugt man sich leicht, dafs sie in keinem Falle die Wirkung haben würde, die dadurch erklärt werden soll. Fände nämlich der Uebergang von Wärme während der ganzen Dauer der Berührung gleichmäfsig statt, so würde auch diese Kraft fortwährend dieselbe Stärke behalten, und daher nach dem Obigen die anhaltende Dauer der schwingenden Bewegung nicht bewirken können; erwägt man aber, dafs die Mittheilung von Wärme im Anfange der Berührung, also während der Schwerpunkt steigt, bedeutender seyn mufs, als später, wo er wieder fällt, so sieht man, dafs jene vermuthete Kraft sogar eine entgegengesetzte Wirkung haben müfste, als die, welche Forbes ihr zuschreibt. Man müfste also über jene Kraft ganz andere Annahmen machen, die nicht weiter erörtert zu werden brauchen.

Nach der Ansicht von Leslie und Faraday, der auch Trevelyan beigetreten ist, ist zur Erklärung der Erscheinung die Annahme einer besonderen Kraft nicht nöthig, sondern dieselbe beruht auf der durch die Wärme

bewirkten Ausdehnung. Diese Erklärung, wie sie Faraday (*Journ. of the Roy. Inst. IV;* Schweigg. neues Jahrb. IV) bestimmter angiebt, besteht in Folgendem: So lange die kalte Unterlage, z. B. Blei, von dem heifsen Metall berührt wird, empfängt es Wärme von demselben und dehnt sich aus, so dafs eine kleine Erhöhung auf dem Blei sich erhebt; wenn aber der berührte Punkt von dem heifsen Wieger, der jetzt auf die andere Seite fällt, verlassen wird, so zieht sich jene Erhöhung während der Nichtberührung wieder zusammen; der Raum, welchen jeder Berührungspunkt des heifsen Metalls beim Fallen durchläuft, ist also gröfser als der, welchen er beim Steigen vom Blei ab beschrieben hatte, so dafs die fallende Seite allemal bis zu einem niedrigeren Niveau gelangt, als die andere; *durch diesen gröfseren Fallraum* gewinnt es einen Zuwachs an Bewegung, der hinreichend ist, den durch die Hindernisse und den jedesmaligen Stofs erlittenen Verlust zu compensiren, so dafs es in der einmal erregten Schwingung beharrt.

Man würde diese Erklärung mifsverstehn — wie diefs in der That schon geschehen ist — wollte man das Emporwachsen der Bleierhöhung als eine hebende Kraft betrachten, welche dadurch, dafs sie *auf die eine Seite* des Wiegers wirkt, demselben einen stärkeren Schwung gäbe, denn diese würde eben so, wie die von Forbes angenommene abstofsende Kraft, keine andere, als eine schwache entgegengesetzte Wirkung haben. Faraday drückt sich darüber sehr unzweideutig aus, indem er sagt (Schweigg. a. a. O. S. 425): »Die Kraft wird gewonnen *durch den ganzen Wieger*, indem derselbe wirklich erhoben wird durch den Punkt, von welchem er gerade unterstützt wurde, und kommt zur Wirkung durch die herabsinkende Seite des Wiegers etc.« Es ist übrigens einleuchtend, dafs hierbei die Zusammenziehung, welche das heifse Metall durch den Verlust an Wärme erleidet, eine entgegengesetzte Wirkung ausübt, und daher von

der Ausdehnung des kalten abgerechnet werden mufs, so dafs dieser Erklärung zufolge nur dann dauernde Schwingungen zu erwarten seyn werden, wenn die Ausdehnung des kalten Metalls mehr beträgt, als die gleichzeitige Zusammenziehung des heifsen.

Faraday schreibt noch einem anderen Umstande einen Theil der Wirkung zu. Indem nämlich der in der Erhitzung begriffene Stützpunkt sich dem in der Abkühlung befindlichen nähert, werde dem Instrument eine seitliche Bewegung ertheilt, die seiner Schwingung zu Statten komme. Wechselte diese seitliche Bewegung in der Art, dafs jene Näherung nur während des Steigens des Schwerpunktes stattfände, während seines Fallens aber sich in die entgegengesetzte Bewegung verwandelte, so würde sie allerdings die in Rede stehende Wirkung haben müssen [1]); dauert sie dagegen, wie diefs hier der Fall ist, in gleichem Sinne fort, so mufs sie, während der Schwerpunkt fällt, eine entgegengesetzte Wirkung haben, und daher die während seines Steigens erzeugte compensiren. Ist nun gleich diese Compensation hier nicht vollständig, weil die Mittheilung von Wärme in abnehmendem Maafse erfolgt, so scheint doch der kleine davon übrigbleibende Effect unwesentlich zu seyn, da er ohne merkliche Beeinträchtigung des Erfolges ganz beseitigt werden kann. Auf jeden Fall sind die Umstände bei meinen Versuchen von der Art, dafs derselbe unberücksichtigt bleiben kann. Dagegen soll der Theil von Faraday's Erklärung, wonach der Zuwachs an Bewegung aus dem Umstande entspringt, dafs das Instrument beim Fallen einen gröfseren Raum durchläuft, als beim Steigen im Folgenden genauer erörtert werden.

Diese Erklärung hat auf jeden Fall das für sich, dafs

1) Diese Bedingung wird bei dem Versuche mit der Zuckerzange, den Faraday beibringt, leicht erfüllt werden können, daher dann der Erfolg desselben nicht eine gleiche Wirkung dieser seitlichen Bewegung für den zu erklärenden Versuch beweist.

sie, ohne Hinzuziehung einer Hypothese, den Grund der Erscheinung in eine bekannte Eigenschaft der Wärme setzt, welche den ihr zugeschriebenen Erfolg allemal dann haben muſs, wenn die Ausdehnung des kalten Metalls mehr beträgt, als die Zusammenziehung des heiſsen, und es fragt sich nur 1) ob die geringe Menge Wärme, welche während einer so kurzen Berührungszeit — bis gegen $\frac{1}{100}$ Secunde — mitgetheilt wird, und die auch nur eben so viel Zeit hat, sich wieder zu verlieren, hinreichend ist, um jene kräftige Bewegung zu unterhalten, und 2) ob die Erfahrung die Erklärung darin bestätigt, daſs in allen den Fällen, wo der Ton entsteht, die Ausdehnung des kalten Metalls wirklich mehr beträgt, als die Zusammenziehung des heiſsen. In dieser letzteren Beziehung hat Forbes diese Erklärung bestritten.

Faraday nämlich bezeichnet als Grund, warum vorzüglich das Blei sich zur Unterlage eignet, nicht nur den groſsen Ausdehnungscoëfficienten dieses Metalls, sondern auch den Umstand, daſs es wegen seiner geringen Wärmeleitung die Wärme mehr an der Berührungsstelle zusammenhalte, und sich daher stärker ausdehne. In Betreff des letzteren Punktes nun erinnert Forbes, daſs die gröſsere oder geringere Ausbreitung der Wärme in einem Körper keinen Einfluſs auf seine Ausdehnung habe, indem es für den Betrag derselben gleich ist, ob weniger Theile eine starke, oder mehrere eine so vielmal schwächere Erwärmung erleiden; daher komme die Leitung der Wärme nur in sofern in Betracht, als davon die Schnelligkeit ihrer Mittheilung abhänge, und es lasse diese Erklärung vielmehr erwarten, daſs eine gute Wärmeleitung, eben sowohl des kalten als des heiſsen Metalles, stets dem Versuche günstig seyn müsse; im Uebrigen mache sie die Erscheinung nur von dem Ausdehnungscoëfficienten der beiden Metalle abhängig, denn da die Zusammenziehung des heiſsen Metalls weniger als

die Ausdehnung des kalten betragen müsse, so müsse immer das heifse den kleineren Ausdehnungscoëfficienten haben; diefs stehe aber mit der Erfahrung in Widerspruch, indem z. B. heifses Silber auf kaltem Eisen tönt, obgleich die Ausdehnung des Eisens geringer ist, als die des Silbers. Diese Bemerkungen veranlassen Forbes die Erklärung Faraday's zu verwerfen, und das was dieser über den Einflufs der Wärmeleitung sagt, für ein Versehen zu erklären. Allein das Versehen ist nicht auf Faraday's Seite, und Forbes scheint nur nicht beachtet zu haben, dafs es sich hier nicht um die gesammte *Volumenänderung* der beiden Metalle handelt, sondern um die *lineare* Ausdehnung und Zusammenziehung, die sie an den Berührungspunkten, und zwar nach der verticalen Dimension erleiden; denn obgleich jene (die Volumenänderung) nur von der Menge der mitgetheilten Wärme abhängt, von deren Vertheilung aber unabhängig ist, so gilt doch dasselbe keineswegs von der Linearausdehnung, sondern diese beträgt allerdings um so mehr, je weniger die Wärme sich ausbreitet.

Diese Bemerkung möge vorläufig genügen, um zu zeigen, dafs Faraday's Erklärung durch den Einwurf von Forbes keineswegs widerlegt ist. Ich werde weiter unten nachzuweisen versuchen, in wie weit die vorhandenen Beobachtungen über das Trevelyan-Instrument mit dieser Erklärung in Uebereinstimmung stehen. Um aber dieselbe mit der Erfahrung so zu vergleichen, dafs sich daraus eine unzweideutige Bestätigung oder Widerlegung ergebe, waren eigens zu diesem Zwecke angestellte Versuche nothwendig, um so mehr, als die Resultate der beiden Beobachter, die sich am ausführlichsten mit diesem Gegenstande beschäftigt haben, Trevelyan und Forbes, in einigen wesentlichen Punkten in Widerspruch mit einander stehen.

Aus den bisherigen Beobachtungen über das Trevelyan-Instrument ergeben sich folgende Resultate:

1) Nicht jedes heifse Metall kann ohne Weiteres auf jedem kalten in Schwingung gebracht werden; über die Fälle, wo eine solche eintritt, hat Trevelyan sehr zahlreiche Versuche angestellt, deren Resultate man in folgender Tabelle zusammengestellt findet; die über jeder Columne genannten Metalle sind die, welche als kalte Unterlage angewandt wurden, die an der linken Seite genannten aber die, welche heifs auf jene gelegt wurden, um in Schwingung zu gerathen; die Kreuze bezeichnen die Fälle wo eine solche Schwingung beobachtet wurde.

	Blei.	Zinnloth.	Glockenmetall.	Zinn.	Blockzinnloth.	Pale solder.	Antimon.	Zink.	Cockmetall.	Gewöhnl. Messing.	Geschützmetall.	Fein Messing.	Gußeisen.	Eisen.	Kupfer.	Platin.	Silber.	Gold.
Kupfer	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Silber	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+		
Fein Messing .	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
Gold	+		+						+	+		+						
Gew. Messing	+	+	+	+	+			+	+	+	+							
Platin	+		+	+	+			+	+									
Eisen	+	+	+	+	+	+	+	+										
Zink	+	+	+	+		+	+											
Geschützmetall	+	+	+	+	+													
Gußeisen . . .	+			+														
Cockmetall . .	+		+															
Glockenmetall	+	+																

Ich entnehme diese Tabelle aus Trevelyan's Abhandlung in *The Lond. and Edinb. phil. Mag. and Journ. of Sc. third Ser., Nov.* 1833, und habe nur die Ordnung, in welcher die Metalle genannt werden, so geändert, dafs die Namen oben einigermafsen die Ordnung angeben, in welcher die Metalle sich vorzüglich zur Unterlage eignen, und die Metalle links herunter ungefähr in der Ordnung stehen, in welcher sie am geeignetsten sind, als heifser Wieger gebraucht zu werden. Fast nur Metalle oder Erze geben eine Schwingung; in einem einzigen Falle hatten Trevelyan und Leslie Schwingungen eines Kupferstabs auf dem Boden eines gläsernen Sturzbechers, doch nicht recht deutlich.

Forbes, welcher ebenfalls eine Reihe von Versuchen über diesen Punkt angestellt hat, hat diese Resultate nur zum Theil bestätigt gefunden, und scheint die übrigen für unrichtig zu halten; denn er stellt folgende Behauptungen als Erfahrungssätze auf:

a) »*Die Schwingungen finden nie statt zwischen Substanzen derselben Beschaffenheit.*« Diefs steht, wie man sieht, mit zwei Beobachtungen Trevelyan's im Widerspruch; denn dieser hatte Schwingungen von Kupfer auf Kupfer von fein Messing auf fein Messing und von gewöhnlichem Messing auf gewöhnliches Messing.

b) »*Beide Substanzen müssen metallisch seyn*.« Diefs erscheint nach der eben angeführten Beobachtung von Trevelyan und Leslie zweifelhaft.

c) »Die Schwingungen finden mit einer Stärke statt, welche (innerhalb gewisser Gränzen) dem Unterschiede des Leitungsvermögens für Wärme (oder Elektricität) proportional ist, *indem das schlechter leitende Metall als das kalte angewandt werden mufs.*« Auch hiermit steht noch eine Beobachtung Trevelyan's im Widerspruch; denn eine solche Umkehrung, wie dieser sie beobachtete, indem Kupfer auf fein Messing und auch fein Messing auf Kupfer zum Tönen kam, würde nach die-

sem Satze von Forbes nicht möglich seyn. Die Reihe, in welche Forbes die Metalle hiernach stellt, ist folgende: *Silber*, *Kupfer*, *Gold*, *Zink*, *Messing*, *Platin*, *Eisen*, *Zinn*, *Blei*, *Antimon*, *Wismuth* [1]). Diese Reihe stimmt, wie man sieht, ziemlich mit der Ordnung überein, in welche sich auch, nach Trevelyan's Versuchen, die Metalle stellen, und da dieser in allen den Fällen, wo Forbes Töne erhielt, sie ebenfalls beobachtete, nicht aber umgekehrt, so ist kein Grund vorhanden, in die Zuverlässigkeit der Angaben des Ersteren einen Zweifel zu setzen, sondern es ist zu vermuthen, dafs Forbes nur die Bedingungen nicht getroffen habe, unter denen Jener solche Resultate erhielt, Bedingungen, die allerdings von Trevelyan selbst nicht weiter bezeichnet werden, die jedoch, wie ich nachher zeigen werde, nicht schwer zu entdecken sind.

2) Die Schwingungen finden eben sowohl statt, wenn man das heifse Metall, z. B. Kupfer, als Unterlage feststellt, und das kalte, z. B. Blei, beweglich darauf legt, ohne jedoch mit dieser Umkehrung ihrer Lage auch ihre Temperaturen zu vertauschen. Ich werde jedoch, wie bereits oben bemerkt ist, im Folgenden immer das heifse Metall als das schwingende, das kalte als den Träger annehmen.

3) Nach einer Beobachtung von Leslie dauern die Schwingungen im Vacuum der Luftpumpe fort (*Edinb. Journ. of Sc. N. S. XI*, *p.* 142).

4) Nach einem Versuche von Forbes finden die Schwingungen auch dann statt, wenn man den Bleiblock quer durchschneidet und das Instrument so darauf legt,

1) Antimon und Wismuth stellt er zuletzt, weil sie weder heifs, noch kalt angewendet, eine Schwingung gaben. Ich habe jedoch keine Schwierigkeit gefunden ein Instrument aus Messing auf diesen beiden Metallen zum Tönen zu bringen, besonders wenn der Versuch in der Art, wie in Fig. 2 Taf. I, angestellt wurde.

dafs der eine Rand die eine, der andere die andere Hälfte des Bleis berührt [1]).

5) Die Stärke der Schwingungen nimmt natürlich im Allgemeinen mit der Temperaturdifferenz zu, doch beobachtete Forbes eine Ausnahme von dieser Regel,

1) Hierbei mag ein Versuch erwähnt werden, den ich vor längerer Zeit angestellt habe, und der ein ähnliches Resultat in noch gröfserer Ausdehnung giebt. Ich schnitt einen Bleiblock quer durch, isolirte die beiden Hälften gegen einander durch einige dazwischen gelegte Blättchen Glimmer und Kartenblatt, und prefste sie so mit einer ebenfalls gegen das Blei isolirten Holzschraube gegen einander. Ferner verfertigte ich ein Instrument aus Messing, das der Länge nach in zwei Theile getheilt war, so dafs jede der beiden Hälften einen der beiden Berührungsränder erhielt; Fig. 5 Taf. I zeigt den Querschnitt dieses getheilten Instruments; die beiden Hälften wurden ebenfalls, durch Glimmer getrennt, mit einer Holzschraube gegen einander geprefst. Dadurch erhielt ich vier Fälle: 1) ein ungetheiltes Instrument (von Messing und in der Form wie Fig. 1 Taf. I) auf ungetheiltem Blei; 2) dasselbe auf getheiltem Blei, so dafs es mit jedem Rande eine Hälfte des Bleis berührte; in diesen beiden Fällen tönte das Instrument gleich leicht; denn wenn ich dasselbe erhitzt hatte, und dann auf dem ungetheilten Blei liegen liefs, bis es durch die von selbst eintretende Abkühlung aufhörte zu tönen, so kam es auch auf dem getheilten nicht mehr oder nur momentan zum Tönen; eben so aber auch umgekehrt; 3) das getheilte Instrument auf ungetheiltem Blei, und 4) dasselbe auf getheiltem Blei; in diesen beiden Fällen fand ebenfalle die Schwingung gleich leicht statt, wie ich mich auf dieselbe Weise überzeugt habe. Obgleich ich den zweiten und dritten Fall nicht in derselben Art verglichen habe, so ist doch zwischen diesen beiden Fällen am wenigsten ein Unterschied zu vermuthen, und daher anzunehmen, dafs die Theilung des Wiegers und des Trägers keinen merklichen Einflufs auf die Entstehung hat, und die Schwingungen in allen vier Fällen mit gleicher Leichtigkeit hervorgerufen werden. — Als ich dagegen ein Stück Marmor und ein Stück Blei gegen einander prefste, und das erhitzte Messinginstrument so darauf legte, dafs es mit dem einen Rande den Marmor, mit dem andern das Blei berührte, tönte es zwar ebenfalls, forderte aber dazu eine beträchtlich höhere Temperatur, so dafs, nachdem es hier durch die eingetretene Abkühlung zur Ruhe gekommen war, es auf blofsem Blei auf's Neue tönte, und noch fast eine Viertelstunde in der Schwingung beharrte.

wenn sehr heifses Eisen auf Blei gelegt wurde. Ich vermuthe, dafs ein beginnendes Weichwerden des Bleis die Haupturseche dieser Anomalie gewesen seyn mag.

6) Die Schwingungen können langsamer und schneller gemacht werden, was sich besonders nach dem Bewegungsmoment des Instruments richtet. Ich habe weniger als 2 und mehr als 800 Schläge in 1 Secunde beobachtet, und diese Gränzen würden sich ohne Frage noch sehr erweitern lassen. Der Ton wird höher, wenn man den Wieger gegen den Träger drückt, weil jener sich dann weniger erheben kann. Nicht selten hört man aufser dem递 Haupttone noch andere, welche Faraday fremden Ursachen, als dem Klingen des Metalls, der Erzitterung des Tisches etc., zuschreibt [1]).

Die Form des Instruments kann sehr verschieden seyn, wenn es nur auf zwei Punkten hin und her wiegen kann.

Indem ich mich zu den Versuchen wende, welche ich angestellt habe, um über die Ursache jener schwin-

1) Wenn die vom Schwerpunkt des Wiegers gezogene Senkrechte den Zwischenraum zwischen den beiden Stützpunkten nicht genau halbirt, oder sonst das Bewegungsmoment in Beziehung auf diese Punkte ungleich ist, so mufs die Bewegung des Instruments gleichsam eine hinkende seyn, indem es eine andere Zeit gebraucht, um von links nach rechts, als von rechts nach links zu fallen. Man könnte glauben, dafs dieser Umstand zur Erzeugung von Doppeltönen Anlafs gebe, allein diefs ist nicht der Fall; denn ein solches System von Stöfsen, wo die Zeit zwischen je zwei Stöfsen abwechselnd t und t' ist, giebt nur *einen* Ton, und zwar von der Höhe, als ob die Zwischenzeit $t+t'$ wäre, indem es in zwei Systeme der letzteren Art zerlegt gedacht werden mufs. Man kann sich davon an der Sirene leicht überzeugen; ich habe z. B. auf eine Scheibe sechzig Löcher gesetzt, deren Abstände abwechselnd 5 und 7 Grad betrugen; als dieselbe gedreht und ein Luftstrom dagegen geblasen wurde, gab sie einen Ton von derselben Höhe, wie eine andere Reihe von dreifsig Löchern in Abständen von je 12 Grad, und unterschied sich von dieser nur durch etwas gröfsere Stärke des Tons; es ist nicht anders, als ob auf zwei Scheiben der letzteren Art zugleich geblasen würde.

genden Bewegung zu entscheidenden Resultaten zu gelangen, mufs ich zuerst das Verfahren beschreiben, das ich bei der Mehrzahl dieser Versuche angewendet habe, um die Schwingungen zugleich langsamer und sichtbarer, und so der Beobachtung und Messung zugänglicher zu machen.

Ich befestige an dem Instrument, welches wagerecht liegt, eine senkrecht nach unten gerichtete, 2 bis 3 Fufs lange Holzleiste (s. Fig. 6 Taf. I); an ihrem unteren Ende oder auch an einer anderen Stelle derselben ist ein Brettchen angebracht, auf welches Gewichte gestellt werden können. Ich werde diese Leiste den *Pendelstab* nennen. Legt man nämlich den so eingerichteten Wieger auf eine geeignete Unterlage und erhitzt ihn, so schwingt er hin und her, und mit ihm zugleich die daran befestigte Leiste, welche dann eine pendelartige Bewegung macht, und durch ihr Bewegungsmoment, zumal wenn sie noch Gewichte trägt, die Schwingungen viel langsamer macht, so dafs natürlich die Schläge sich nicht mehr zum Tone vermischen, sondern einzeln hörbar sind. Man kann diesen Apparat so lange als man will in Bewegung erhalten, so dafs er, wie das Pendel einer Uhr, ununterbrochen schwingt, indem man eine kleine Lampe unter dem Wieger anbringt, die ihn fortwährend heifs erhält. Dafs die Schwingungen hierdurch beliebig langsam gemacht werden können, ist ein für das Gelingen gewisser Versuche sehr wesentlicher Umstand; der Hauptzweck dieser Einrichtung ist aber, die Gröfse jener Wirkung der Wärme mefsbar zu machen, welche die Schwingungen dauernd unterhält, sey es nun, dafs dieselbe auf einer abstofsenden Kraft, oder auf der Ausdehnung beruhe. Bringt man nämlich hinter dem unteren Ende des Pendelstabs eine Skala an, so kann man die Gröfse der Schwingungsweite beobachten, so lange das Instrument heifs ist; läfst man es aber ganz erkalten und stöfst es dann an, so kann man beobachten, wie schnell sich seine

Am-

Amplitude vermindert, wenn die Hülfe der Wärme fehlt; aus diesen beiden Daten, verbunden mit der Vertheilung der Masse am Instrument, läfst sich dann natürlich jene Gröfse, um deren Messung es sich handelt, berechnen. Endlich gestattet der Apparat auf eine ähnliche Art auch die Fälle zu beobachten, wo die Wärme, anstatt die Schwingungen zu befördern, sie vielmehr vermindert. Es kam z. B. ein Instrument aus Kupfer, auf eine Unterlage von Blei gelegt und durch Anstofsen auf eine Amplitude von 4° gebracht, wenn beide Metalle kalt waren, nach einer gewissen Anzahl von Schlägen zu Ruhe; wurde das Kupfer erhitzt, so beharrte es in dauernder Schwingung; war dagegen das Blei erhitzt und das Kupfer kalt, so kam es fast drei Mal schneller zu Ruhe; als wenn beide kalt waren.

Den Träger habe ich, um ihn gehörig festzustellen, gewöhnlich in einen Schraubstock eingespannt. Die Berührung mit dem Eisen des Schraubstocks hat keinen Einflufs auf den Versuch, wie ich mich überzeugt habe, indem ich dasselbe durch Holz oder Glimmer von dem eingeklemmten Metall trennte. Höchstens wird dieses durch die Berührung mit dem Eisen besser kalt gehalten; diefs kann nur erwünscht seyn, und thut denselben Dienst, als ob ein gröfseres Stück von dem Metall als Träger angewendet würde. In wie fern dabei die Gröfse des eingeklemmten Trägers zu berücksichtigen ist, wird sich im Folgenden zeigen.

Ich wende mich nun zuerst zu der Entscheidung jener Frage, über welche Trevelyan und Forbes entgegengesetzte Resultate erhalten haben, und welche allein schon sehr entscheidend für die Erklärung ist, nämlich 1) kann der Wieger und der Träger von einerlei Metall seyn, und 2) können zwei Metalle ihre Ordnung umkehren, in der Art, dafs das Metall, welches vorher heifs auf einem anderen kalten in Schwingung gerathen war, auch umgekehrt kalt als Träger für das letztere, nun-

mehr erhitzte dienen kann? Es ist schon oben erwähnt, dafs beide Fragen durch ein Paar Versuche von Trevelyan bejaht werden, dafs aber Forbes beide entschieden verneint. Da zu vermuthen war, dafs der Widerspruch des letzteren nur auf einer weniger geeigneten Art der Beobachtung beruhe, so kam es darauf an, die Bedingungen zu ermitteln, auf denen der vollkommenere Erfolg der Versuche Trevelyan's beruhen mochte.

Wenn man von der Voraussetzung ausgeht, dafs durch die Berührung der beiden Metalle eine eigenthümliche Kraft erregt werde, so wird man nicht leicht solche Bedingungen denken können; wenn aber mit Faraday angenommen wird, dafs die Ausdehnung des kalten Metalls die die Schwingung unterhaltende Ursache ist, so ist diese Bedingung leicht zu finden. Um nämlich z. B. ein Instrument aus Kupfer auf einer Unterlage von demselben Metall in Schwingung zu erhalten, kam es darauf an, die Ausdehnung des Trägers gröfser zu machen, als die Zusammenziehung des Wiegers, jedoch nicht die gesammte Volumenänderung — denn diese mufs, wenn das kalte Kupfer die Wärme empfängt, die das heifse verliert, nothwendig an beiden gleich seyn — sondern die Linear-Ausdehnung und Zusammenziehung nach der verticalen Richtung. Diefs mufste eintreten, wenn an dem Träger die Ausbreitung der Wärme nach den Seiten möglichst gehindert, und nur die nach unten gestattet wurde, also wenn der Träger die Gestalt zweier Pyramiden, dünner Prismen oder dergl. erhielt, wenn er in zwei Erhöhungen auslief. In der That habe ich auf diese Weise sowohl die Töne, als auch bei Anwendung des Pendelstabes, die langsameren Schwingungen so vollkommen erhalten, als in irgend einem anderen Falle; das Instrument aus Kupfer kommt auf zwei verticalen Kupferdrähten (wie Fig. 7 Taf. I) oder Kupferspitzen sehr leicht in anhaltende Schwingung. Um sicher zu seyn, dafs das als Träger dienende Kupfer ganz von derselben Beschaf-

fenheit, wie der Wieger war, liefs ich von dem Instrument selbst ein Stück abschneiden, und arbeitete an diesem zwei pyramidale Spitzen heraus; wurde nun das Instrument erhitzt auf diese Spitzen gelegt, so tönte es. Man könnte einwenden, dafs das Instrument durch das Erhitzen anlaufe, und also doch nicht zwei ganz gleichartige Oberflächen in Berührung seyen. Dieser Einwurf wird durch folgenden Versuch widerlegt: Ich liefs an dem Wieger zwei Spitzen herausarbeiten, und legte diese auf eine ebene Unterlage von demselben Kupfer (s. Fig. 8 Taf. I). Wurde nun der Wieger erhitzt, so waren Schwingungen zu erwarten, wie vorhin, wenn eine Oxydation des heifsen Metalls die Ursache war; wenn dagegen die Schwingungen auf dem vorhin bezeichneten Umstande beruhten, so mufsten sie jetzt nicht allein nicht dauernd seyn, sondern auch nach dem Anstofsen sich schneller vermindern, als wenn das Instrument kalt war. In der That fand nun das Letztere statt, wovon ich mich durch die oben angegebene Art des Versuchs bestimmt überzeugt habe. *Es ist also die Berührung zwischen zwei ungleichen Stoffen nicht eine nothwendige Bedingung des Versuchs.*

Durch ein gleiches Verfahren kann nun auch natürlich die vorhin erwähnte Umkehrung der Ordnung der Metalle leicht bewirkt werden. Nach allen Beobachtungen z. B. kommt heifses Kupfer oder Silber auf kaltem Messing leicht in Schwingung; umgekehrt habe ich ein Instrument von Messing sehr leicht auf kaltem Kupfer oder Silber zum Tönen gebracht, indem ich es mit seiner ebenen Unterfläche auf zwei neben einander gestellte dünne Drähte oder Blechstreifen oder Spitzen von einem dieser Metalle legte. Je dünner diese sind, desto leichter tritt die Schwingung ein, so dafs sie, wenn sie sehr dünn waren, schon erfolgte, wenn die Temperatur des Messings nur um 50° R. höher war, als die ihrige. — Ich habe auf diese Weise die Ordnung der Metalle

so vollständig umgekehrt, dafs ich sogar heifses Blei auf kaltem Kupfer in dauernde Schwingung versetzte, unter den Umständen, unter denen ein solcher Erfolg nach der angenommenen Erklärung zu erwarten war, indem ich nämlich als Träger zwei senkrecht neben einander gestellte Kupferdrähte (wie Fig. 7 Taf. I) anwandte, und die Schwingungen des Bleis durch den Pendelstab ziemlich langsam machte. Sehr schnelle Schwingungen von Blei sind nicht zu erlangen, da es wegen seiner schlechten Wärmeleitung hierzu sehr spitze Träger verlangen würde, die es wegen seiner Weichheit nicht verträgt. Eben so habe ich Schwingungen von Blei auf Eisen (was, wie ich unten zeigen werde, mehr Schwierigkeit als Kupfer darbietet) hervorgebracht. Ich stehe nach diesen Versuchen nicht an zu behaupten, dafs *jedes heifse Metall auf jedem kalten unter geeigneten Umständen in dauernde Schwingung versetzt werden kann.*

Diese Beobachtungen zeigen, dafs die *Gestalt*, welche die beiden Metalle in der Nähe der Berührungspunkte haben, eben so viel Einflufs auf den Erfolg des Versuches haben kann, als die specifischen Eigenschaften dieser Metalle. Sie sprechen aus diesem Grunde eben so sehr gegen die Annahme einer durch Berührung der ungleich erwärmten Metalle hervorgerufenen besonderen Kraft, welche ohne neue Hülfshypothesen damit unvereinbar seyn würde, als für die Erklärung Faraday's, indem sie zeigen, dafs jener Einflufs der Gestalt ganz von der Art ist, wie er nach dieser Erklärung erwartet werden mufste.

Eine weitere und sehr vollständige Bestätigung dieser Ansicht fand ich, als ich die Gröfse dieser vermutheten Ausdehnung und Zusammenziehung des Trägers unter verschiedenen Bedingungen der Messung unterwarf.

Ich werde, um von diesen Messungen eine genauere Vorstellung zu geben, eine Versuchsreihe dieser Art vollständiger beschreiben. — Als Träger gebrauchte ich zwei

Zinkbleche von 0,17 Lin. Dicke. Ich wählte dieses Metall, weil es wegen seines grofsen Ausdehnungscoëfficienten stärkere Schwingungen als die meisten andern erwarten liefs. Blei und Zinn können zu den Messungen nicht wohl gebraucht werden, weil sie wegen ihrer Weichheit unter den Schlägen des Instruments ihre Gestalt an den Berührungsstellen sehr merklich ändern und allmälig immer mehr platt geschlagen werden. Die beiden Zinkbleche hatten die in Fig. 6 Taf. I angezeigte Gestalt, und waren zwischen drei andere dickere Zinkstücke so gefafst und in den Schraubstock eingespannt, dafs sie, in einem geringen Abstande neben einander, aus jenen Stücken hervorragten, und daher allein vom Instrument berührt werden konnten; auch waren die letzteren so ausgefeilt, dafs die in den Berührungspunkten mitgetheilte Wärme, sich erst in dem dünnen Zinkblech einige Linien weit auszubreiten hatte, ehe sie an die einschliefsenden Stücke gelangte. Der Wieger von Kupfer hat eine rechtwinklich prismatische Gestalt, wie der in Fig. 2 Taf. I angegebene; er ruht mit seinem kupfernen Stiel auf einem harten, aber nicht metallischen Rande, mit dem vorderen Theile seiner ebenen Unterfläche aber auf den beiden Zinkblechen, so dafs die Spalte zwischen diesen letzteren dem Stiel parallel ist. Die drei Stützpunkte, die er auf diese Weise hat, sind sehr genau in eine wagerechte Ebene gebracht und der Pendelstab senkrecht nach unten gerichtet. Um theils das Bewegungsmoment, theils die Schnelligkeit der Schwingungen abzuändern, hatte ich an dem Pendelstabe drei Brettchen angebracht, 7, 14 und 28 Zoll vom Kupfer, und belastete diese bei verschiedenen Versuchen mit verschiedenen Gewichten, nämlich 4 Loth, 16 Loth und 2 Pfund. — Um aber dem Kupfer eine constante und bei allen Versuchen gleiche Temperatur zu geben, bringe ich unter demselben, nahe dem Stiele, eine kleine Spirituslampe an, und regulire sie so, dafs einige Stückchen der Ro-

se'schen Legirung, die auf dem Instrument liegen, geschmolzen werden, mit Ausnahme derjenigen, welche am äufsersten Rande desselben am weitesten von der Lampe entfernt liegen. Man gelangt auf diese Weise ziemlich leicht dahin, die Temperatur des Instruments mehrere Stunden ohne merkliche Veränderung zu erhalten, und es kann die Temperatur des Wiegers auf etwa 80° R. oder wenig höher angenommen werden, so dafs bei einer Temperatur des Zimmers von etwa 14° das Kupfer um 65° bis 70° R. erwärmt war. — Ist der Apparat so aufgestellt, so kommt er beim leisesten Anstofse in Bewegung und die Schwingungen vergröfsern sich allmälig von selbst bis zu einer gewissen Amplitude, welche sie dann beibehalten, so lange die Temperatur ungeändert bleibt. Auf dieselbe gehen sie auch zurück, wenn man das Instrument durch Anstofsen in eine stärkere Bewegung versetzt hat. Diese constante Amplitude, welche mit α bezeichnet werde, wird an einer Skala abgelesen, die, auf 5 Min. getheilt, noch einzelne Minuten zu schätzen gestattet. Nachdem die Lampe ausgelöscht und das Instrument im Laufe einiger Stunden vollkommen erkaltet ist, wird es durch Anstofsen auf eine Amplitude gebracht, die etwas gröfser ist als die vorige, und nun beobachtet, wie viel Schwingungen es macht, bis sich die Amplitude um ein Bestimmtes vermindert hat, woraus sich ergiebt, um wie viel sich die Amplitude bei jedem einzelnen Schlage vermindert; diese letztere Gröfse heifse $\Delta\alpha$. Aufserdem mufs man noch kennen: den Abstand der beiden Zinkbleche von einander, welcher d heifse, und bei dem in Rede stehenden Versuche 1,7 Lin. betrug; ferner die Entfernung vom Stützpunkte des Stiels bis zu den beiden Punkten, wo das Instrument auf den Zinkblechen ruht; diese Entfernung, welche D genannt werde, betrug 11,3 Lin.; endlich die Lage des Schwerpunkts am Instrument; es werde der Stützpunkt des Stiels als Anfangspunkt der Abscissen und die von

da nach der Zinkspalte gezogene Linie als Abscissenlinie genommen; die Abscisse des Schwerpunktes heifse *A*, seine Ordinate *L*; sie ergeben sich, wenn man die Schwere und die Lage des Schwerpunktes am unbelasteten Wieger, und dann die Gröfse und Lage der daran angebrachten Gewichte kennt. Aus diesen Daten läfst sich berechnen, wie viel die periodische Ausdehnung und Zusammenziehung des Zinks in der Richtung einer durch den Berührungspunkt gezogenen Senkrechten betragen mufs, wenn man die dadurch entstehende Vergröfserung des Fallraums als die, die Bewegung unterhaltende Ursache ansieht. Es wird nämlich diese Gröfse, die ich der Abkürzung wegen die *Hebung* nennen will:

$$=\frac{D}{D-A}.L\,\Delta\,\alpha\frac{\sin\frac{1}{2}(\alpha+\beta)}{\cos\frac{1}{2}\beta},$$

wo $$\tang\frac{1}{2}\beta=\frac{1}{2}\frac{d}{L}.\frac{D-A}{D}$$

oder mit einer für die beobachteten Fälle hinreichenden Abkürzung, da d viel kleiner als L ist:

$$\frac{D}{D-A}\,L\Delta\alpha\tfrac{1}{2}(\alpha+\beta).$$

Eigentlich giebt dieser Ausdruck den Unterschied zwischen der Linearveränderung des Zinks und der, welche gleichzeitig der kupferne Wieger an den Berührungspunkten erleidet; allein bei der geringen Dicke der Zinkbleche kann die letztere im Vergleich mit der ersteren nur so gering seyn, dafs sie vernachlässigt werden darf.

Folgende Tabelle enthält die in den bereits bezeichneten Fällen beobachteten Werthe der in Rechnung kommenden Gröfsen, nebst der daraus berechneten Hebung. Die erste Spalte enthält *P*, das Gewicht des Wiegers (einschliefslich der am Pendelstabe angebrachten Beschwerung) in Lothen; die zweite und dritte die Ordinate und Abscisse des Schwerpunktes in Pariser Linien; die vierte die beobachtete Schwingungsweite α; die fünfte giebt an, wie viel einzelne Schläge das In-

strument, wenn es kalt war, machen mufste, damit sich der Schwingungsbogen um 100 Minuten verminderte, so dafs die angegebene Zahl $=\frac{100}{\Delta\alpha}$, wenn $\Delta\alpha$ in Minuten ausgedrückt wird; die sechste Spalte enthält die daraus berechnete Hebung h, d. h. die periodische Linearausdehnung und Zusammenziehung des Zinks in Par. Linien; in der siebenten ist unter N angegeben, wie viel einzelne Pendelschläge das Instrument während einer Minute machte.

$P.$	$L.$	$A.$	$\alpha.$	$\frac{100}{\Delta\alpha}$	$h.$	$N.$
102,5	206''',3	74''',4	6° 28'	535	0''',00100	73
-	102 ,8	-	6 18	327	0 ,00084	106
-	48 ,6	-	5 14	165	0 ,00074	152
54,5	105 ,7	77 ,7	6 30	274	0 ,00101	74
-	57 ,0	-	6 0	174	0 ,00086	107
-	31 ,6	-	5 12	109	0 ,00078	137
42,5	43 ,1	79 ,6	6 14	129	0 ,00093	83
-	27 ,5	-	5 38	93	0 ,00086	112
-	19 ,3	-	5 14	72	0 ,00084	126

Man sieht hieraus, dafs *die Gröfse der gemessenen Hebung von dem Bewegungsmoment des Instruments unabhängig ist, und nur von der Dauer der Berührung abhängt*, indem sie, wie zu erwarten war, bei kürzerer Berührung mit dem Wieger, d. h. bei schnelleren Schwingungen kleiner ausfällt.

Auch als ich die Gewichte oben auf den Wieger setzte, so dafs L sehr kleine oder selbst einen negativen Werth erhielt, bekam ich, wenngleich hier eine geringere Genauigkeit der Messung zu erreichen ist, ähnliche Resultate. Als der Abstand der beiden Zinkbleche von einander fast doppelt so grofs genommen wurde, erhielt ich bei einer fast um die Hälfte geringeren Amplitude nahe gleiche Werthe der Hebung; an dickeren Zinkblechen dagegen war dieselbe geringer.

Was aber die Gröfse der gefundenen Hebung betrifft, so beträgt sie in den eben berichteten Fällen z. B. bei einer Dauer der Berührung von $\frac{4}{5}$ Secunde ungefähr $\frac{1}{1000}$ Linie, das ist so viel als ein Stückchen Zink, das 1 Linie lang wäre, bei einer Temperaturerhöhung von noch nicht 30° R. sich ausdehnen würde. Bei den angeführten Beobachtungen beträgt der Temperaturwechsel an den Berührungspunkten selbst mehr als 30°, mufs aber mit der Entfernung von da sehr rasch abnehmen; aus den Beobachtungen läfst sich schätzen, dafs er im Abstand von ein Paar Linien sehr unmerklich seyn müsse; diefs setzt eine nur sehr mäfsige Schnelligkeit der Ausbreitung der Wärme voraus, und es wird daher Faraday's Erklärung auch von der Seite bestätigt, dafs *die der Ausdehnung zugeschriebene Wirkung keineswegs gröfser ist, als der anderweitig bekannte Ausdehnungscoëfficient und die Wärmeleitung des als Träger angewendeten Metalles zulassen.*

Nimmt man dagegen an, dafs die Bewegung durch eine Kraft unterhalten werde, die während eines Theiles der Schwingung am Berührungspunkt thätig sey, und mit der Schwere in gleichem Sinne wirke, so läfst sich auch deren Gröfse aus den mitgetheilten Beobachtungen berechnen. Dieselbe erhält aber in den beobachteten Fällen so ungleiche Werthe, dafs dadurch jene ohnehin wenig begründete Annahme vollends ausgeschlossen wird.

Als ich zwei Eisenbleche von 0''',18 Dicke an die Stelle der Zinkbleche setzte, fand ich bei 74 Schwingungen in 1 Min. die Hebung $=0{,}00037$, also $2\frac{2}{3}$ Mal kleiner als beim Zink. Nun dehnt sich aber auch das Eisen bei gleicher Erwärmung $2\frac{2}{3}$ Mal schwächer aus als das Zink; es mufsten also die Träger von Eisenblech die Wärme in demselben Maafse wie die von Zinkblech aufgenommen und verbreitet haben. Diefs stimmt vollkommen mit der Angabe von Despretz überein, dafs Eisen und Zink fast einerlei Wärmeleitung haben. Diese Ueber-

einstimmung wird auch nicht geändert, wenn man die etwas ungleiche Dicke der Bleche und die Wärmecapacität beider Metalle mit in Rechnung bringt. Diese Beobachtung bestätigt also Faraday's Erklärung auf eine auffallende Weise, indem sie ein Beispiel davon giebt, dafs *die aus dem Versuch berechnete Hebung, unter übrigens gleichen Umständen, dem um* 1 *verminderten Ausdehnungscoëfficienten proportional ist.*

Um andererseits den Einflufs der Wärmeleitung des Trägers zu prüfen, habe ich in derselben Weise eine Anzahl Messungen an verschiedenen Metallen angestellt, die ich in Gestalt von Drähten, wie Fig. 7 Taf. I anwandte. Dabei war es zugleich nöthig den Einflufs, welchen die Dicke der Drähte und ihre Länge (d. h. die Länge der aus dem Schraubstock hervorragenden Enden) ausübt, einigermafsen zu prüfen. Diese Fälle gestatten, wenn man gewisse Einflüsse vernachlässigt, eine leichte theoretische Behandlung. Ich habe nämlich

a) vorausgesetzt, dafs die Dicke der Drähte unbeträchtlich sey im Vergleich mit ihrer Länge oder vielmehr mit dem Theile ihrer Länge, der bei dem Versuche einem merklichen Temperaturwechsel ausgesetzt ist.

b) Es ist der ungleiche Einflufs vernachlässigt, welchen die aus den Oberflächen der Drähte durch Strahlung entweichende Wärme auf ihren Temperaturzustand hat, eben so wie auch nur die bei der Berührung ihnen mitgetheilte, nicht die aus dem Wieger in sie einstrahlende Wärme in Rechnung gezogen ist.

c) Bei der geringen Dicke der Drähte ist angenommen, dafs die Zusammenziehung, welche der kupferne Wieger durch die abgegebene Wärme (in der verticalen Richtung) erleidet, vernachlässigt werden kann gegen die viel gröfsere Ausdehnung des Drahtes.

d) Aus demselben Grunde ist vorausgesetzt, dafs die Temperaturänderung, welche der Wieger an den Berührungspunkten durch die abgegebene Wärme erleidet,

unmerklich sey, so dafs auch der Draht an den Berührungspunkten während der ganzen Dauer der Berührung auf einer nahe constanten Temperatur erhalten wird, während auch das untere, eingeklemmte Ende desselben durch die Berührung mit dem Schraubstock auf einer constanten Temperatur bleibt.

Obgleich die unter solchen Voraussetzungen abgeleiteten Resultate nur eine angenäherte Gültigkeit haben können, und andererseits die Beobachtung gewissen Schwierigkeiten unterworfen ist, die ihr nur einen mäfsigen Grad von Genauigkeit zu geben erlauben, so wird doch bei der grofsen Verschiedenheit, welche die Metalle in ihren thermischen Eigenschaften zeigen, eine ziemlich gute Vergleichung der Theorie mit der Erfahrung zulässig.

Folgende Gesetze, welche unter jenen Voraussetzungen sich ergeben, sind von mir mit der Erfahrung verglichen und übereinstimmend gefunden worden.

Die Hebung, d. h. die periodische Ausdehnung und Zusammenziehung, welche die Drähte in ihrer Längenrichtung durch die wiederholte Berührung mit dem heifsen Wieger und die darauf folgende Abkühlung erleiden, hängt ab:

1) *Vom Ausdehnungscoëfficienten*, und ist dem um 1 verminderten Coëfficienten proportional, wie diefs bereits oben für Bleche in einem Falle nachgewiesen worden ist.

2) *Von der Dicke der Drähte.* Wäre der Draht mit seinem Querschnitt, oder in einer Ausdehnung, welche dem Querschnitt proportional ist, mit dem Wieger in Berührung, so würde Dicke (so lange sie gering ist) keinen Einflufs haben; da diefs aber nicht der Fall seyn kann, vielmehr das Instrument bei seiner schwingenden Bewegung die kleine Drahtfläche in jedem Augenblicke nur in einem Punkte oder in einer Linie berühren kann, so mufs bei gröfserer Dicke sich die mitgetheilte Wärme mehr zur Seite ausbreiten, und daher die zur Messung

kommende verticale Linearausdehnung geringer seyn. Diefs wird bestätigt durch Beobachtungen, die ich an Kupfer- und Eisendrähten angestellt habe; doch sind die Resultate nicht hinreichend vergleichbar, um den Einflufs der Dicke empirisch festzustellen.

3) *Die Hebung hängt ab von der Länge der Drähte.* Wenn man die Länge der aus dem Schraubstock hervorragenden Drahtenden von Null an wachsen läfst, so mufs mit ihr die Hebung von Null an wachsen, wenngleich nicht in demselben Verhältnifs. Diefs wird bestätigt durch folgende mit vieler Sorgfalt ausgeführte Beobachtung. An Kupferdraht von 0''',38 Dicke betrug,

bei einer Länge von 1''',8 die Hebung 0''',00120
- - - - 2 ,8 - - 0 ,00149
- - - - 4 ,3 - - 0 ,00164

wenn das Instrument 74 Schläge in der Minute machte. Allein diefs Wachsen der Hebung hat eine Gränze; denn wenn die Länge des Drahtes so grofs genommen wird, dafs der periodische Temperaturwechsel gegen sein unteres eingeklemmtes Ende hin unmerklich wird, so wird durch die so vermehrte Länge nicht nur *keine* Vergröfserung der Hebung, sondern im Gegentheil eine Verminderung derselben hervorgebracht, das Letztere deshalb, weil nun der dem Temperaturwechsel unterworfene Theil sich nicht so gut abkühlen kann, als wenn der Draht kürzer wäre. Die Hebung wird daher bei einer gewissen Länge ein Maximum erreichen und bei weiter zunehmender Länge wieder abnehmen. Bei dem eben erwähnten Versuche war diefs Maximum noch nicht erreicht; um ein solches zu beobachten, nahm ich einen dickeren Kupferdraht, nicht allein weil dieser eine gröfsere Länge vertrug, ohne an Steifheit zu sehr zu verlieren, sondern auch weil hier diefs Maximum bei geringerer Länge zu erwarten war, als am dünneren Drahte. An Kupferdraht von 0''',66 Dicke beobachtete ich

bei einer Länge von	2''',8	eine Hebung von	0''',00112
- - - -	4 ,4	- - -	0 ,00128
- - - -	6 ,6	- - -	0 ,00116

An Eisendraht von 0''',42 Dicke schien diefs Maximum bei einer geringeren Dicke einzutreten, wie diefs auch bei der geringeren Wärmeleitung dieses Metalls der Fall seyn mufs.

4) *Die Hebung hängt ab von der Wärmeleitung und Capacität der Drähte.* Unter den vorhin angegebenen Voraussetzungen kann in einem sehr geringen Abstande vom Berührungspunkte die Fortpflanzung der Wärme im Draht als linear angesehen und die Theorie darauf angewendet werden, welche Fourier (*Théor. de la Chaleur*, *Chap. IX*) für solche Fortpflanzung giebt. Wenn man nämlich eine Masse an einem Ende auf einer constanten erhöhten Temperatur erhält, so pflanzt sich die Wärme in's Innere dieser Masse fort, und wenn dieselbe nur nach *einer* Richtung fortschreitet, so ist die Entfernung von der Endfläche, in welcher nach einer gegebenen Zeit eine gegebene Temperaturerhöhung eingetreten ist, proportional $\sqrt{\frac{K}{c}}$, wo K die Wärmeleitung [1]) und c die Wärmecapacität nach Volumen bedeutet. Nimmt man daher Drähte aus verschiedenem Stoffe, und macht die Länge und Dicke derselben pro-

1) Wenn eine zwischen zwei unbegränzten parallelen Ebenen eingeschlossene Schicht, deren Dicke $=1$ ist, an einer ihrer beiden Gränzflächen auf 80^0 R., an der andern auf 0^0 erhalten wird, so tritt nach Verlauf einer längeren (eigentlich unendlich langen) Zeit ein stationärer Temperaturzustand in ihr ein. Die Menge Wärme, welche dann während einer Zeiteinheit durch eine Flächeneinheit auf irgend einer den Gränzflächen parallen Ebene durchgeht, ist das, was Fourier *Wärmeleitung*, K nennt; diese Gröfse ist es, deren relative Werthe Despretz für mehrere Substanzen gemessen hat. (Vergl. Fourier, *Théorie de la chaleur*, §. 69. 79, und diese Annalen Bd. XII S. 281.)

portional $\sqrt{\frac{K}{c}}$, so muſs sich die Wärme in ihnen auf ganz entsprechende Weise, nur mit ungleicher Geschwindigkeit verbreiten, und daher die Hebung proportional $E\sqrt{\frac{K}{c}}$ seyn, wenn unter E der um 1 verminderte Ausdehnungscoëfficient verstanden wird. Es ist hierbei vorausgesetzt, daſs die Ausdehnung, in welcher der Draht vom Wieger berührt wird, seinen Dimensionen proportional sey, eine Bedingung, der sich nicht genau genügen läſst, und in deren mangelhafter Erfüllung wohl die erheblichste Fehlerquelle für vergleichende Versuche an verschiedenen Metallen liegen mag; denn wenn man auch die Enden der Drähte bei allen Versuchen sehr gleichmäſsig zugerichtet hat, so erleidet doch deren Oberfläche unter den Schlägen des Instruments eine kleine Veränderung, so daſs bei den weicheren Metallen die Berührung vollkommner wird, als bei den härteren. — In der folgenden Tabelle ist die Hebung angegeben, die ich an einigen Drähten (bei 74 Schwingungen in einer Minute) beobachtet habe, und mit der des Kupfers in der Art verglichen, daſs ich aus den bereits angeführten Beobachtungen an Kupferdraht durch Interpolation die Hebung für verschiedene Längen und Dicken dieses Metalls abgeleitet und daraus nach dem eben aufgestellten Gesetze berechnet habe, welche Hebung an den anzuführenden Metallen nach dem anderweitig bekannten Werthe von E, K und c zu erwarten waren.

	Dicke.	Länge.	Hebung	
			beobachtet.	berehn. nach d. des Kupfers.
Silber	0''',57	3''',8	0''',00185	0''',00183
Zink	0 ,38	3 ,2	0 ,00173	0 ,00189
Eisen	0 ,42	1 ,8	0 ,00042	0 ,00051
-	-	2 ,8	0 ,00042	0 ,00058
-	-	4 ,3	0 ,00032	0 ,00052
-	0 ,24	1 ,9	0 ,00072	0 ,00069

Erwägt man einerseits die mancherlei Fehlerquellen dieser Messungen und andererseits die nicht unbeträchtliche Ungenauigkeit der sämmtlichen Data, welche den berechneten Werthen zum Grunde liegen, so wird man in diesen Beobachtungen im Allgemeinen eine grofse Uebereinstimmung finden. Nur die am dickeren Eisendraht beobachteten Werthe sind beträchtlich kleiner als die berechneten, was sich jedoch, zufolge der vorhin gemachten Bemerkung, aus der unvollkommenen Berührung, die diefs Metall wegen seiner Härte erleidet, genügend zu erklären scheint; auch ist natürlich die Vernachlässigung der Zusammenziehung des Wiegers weniger zulässig bei einer so geringen Hebung wie die des Eisens. Auch an Platindraht fand ich die beobachtete Hebung viel geringer als die berechnete, was bei dem geringen Ausdehnungscoëfficienten dieses Metalls wohl ebenfalls zum Theil dem zuletzt genannten Umstande zuzuschreiben ist; indefs sind die Angaben sowohl über die Wärmeleitung [1]) als über die Ausdehnung dieses Metalls so verschieden, dafs die Berechnung hier sehr unsicher wird.

Obgleich ich auf diese Versuche viele Sorgfalt verwendet habe, so zweifle ich doch nicht, dafs man mit gewissen Verbesserungen des Apparats und mit Berücksichtigung einiger der von mir vernachlässigten Einflüsse ihnen eine gröfsere Genauigkeit zu geben im Stande seyn würde, und dafs sie dann nicht ohne Nutzen seyn würden für die empirische Prüfung der Gesetze, nach welchen die Mittheilung und Verbreitung der Wärme erfolgt, Gesetze, welche bekanntlich theoretisch so vollständig behandelt sind, wie wenig andere physikalische Probleme, aber nur in einigen besonderen, und von dem vorlie-

1) Forbes stellt nach seinen mit Fourier's Contactthermometer gemachten Beobachtungen, die im Uebrigen dieselbe Ordnung der Metalle, wie Despretz's Messungen geben, die Wärmeleitung des Platins zwischen die des Eisens und Zinks, wonach sie drei Mal kleiner seyn müfste, als Despretz sie gefunden.

genden sehr verschiedenen Fällen mit der Erfahrung verglichen sind. Die hier mitgetheilten Beobachtungen können diefs nur mangelhaft leisten, und es würde auch vergeblich seyn, ihnen eine gröfsere Genauigkeit zu geben, wenn nicht zugleich die zur Berechnung kommenden thermischen Eigenschaften an den dem Versuche unterworfenen Metallen selbst anderweitig untersucht wurde. Sie reichen aber für den Zweck, den ich zunächst im Auge hatte, vollkommen hin, und zeigen namentlich, dafs hier, *wo die Wärme sich im Träger ziemlich linear fortpflanzt, eine bessere Wärmeleitung desselben die Schwingungen stärker macht*, also einen entgegengesetzten Einflufs ausübt, als wenn sie sich vom Berührungspunkte aus nach allen Seiten hin ausbreitet, wie bei der gewöhnlichen Art des Versuchs, so dafs z. B. das Silber, das, als Block angewendet, sich weniger zum Träger eignet, als die meisten andern Metalle, in Drahtgestalt angewendet, die stärksten Schwingungen giebt, und seiner guten Wärmeleitung wegen solche Metalle übertrifft, die einen gröfseren Ausdehnungscoëfficienten haben. Man kann aus den vorhin mitgetheilten Beobachtungen einigermafsen berechnen, welche Werthe $\frac{K}{c}$ für die untersuchten Metalle haben müfste, diefs giebt ungefähr, wenn man den Werth für Kupfer $=1$ setzt:

für Silber	1,583	Zink 0,473	Eisen (Mittelwerth) 0,323
statt der Zahlen	1,566	0,516	0,404

die sich aus den anderweitig bekannten Werthen der Wärmeleitung und Capacität ergeben.

Es bleibt mir nun noch übrig zu zeigen, dafs auch die Resultate, welche die gewöhnliche Art des Versuchs gegeben hat, wo die Erwärmung und Abkühlung sich im Träger eben so wie im Wieger nach allen drei Dimensionen auszubreiten hat, mit Faraday's Erklärung nicht im

im Widerspruch stehen. Es kann hier nur von einer Uebereinstimmung im Allgemeinen die Rede seyn; denn um eine solche in jedem einzelnen Falle nachzuweisen müfste das Detail dieser Versuche ganz anders bekannt seyn. Man müfste hierzu aufser den übrigen thermischen Eigenschaften die äufsere Wärmeleitung der beiden Metalle, so wie ihre Gestalt, nicht nur in der Nähe der Berührungspunkte, sondern im Ganzen kennen, um aus diesen Daten den periodischen Temperaturwechsel an den Berührungsstellen nach einer viel weniger einfachen Theorie zu berechnen. Um aber die daraus entspringende Volumenänderung zu erhalten, würden, da die erwärmten und abgekühlten Theile wegen ihres Zusammenhangs mit den übrigen Theilen sich nicht ihrer Temperaturänderung gemäfs ausdehnen und zusammenziehen können, auch noch die Cohäsionseigenschaften der beiden Körper, namentlich ihr Elasticitätsmodulus, mit in Rechnung zu bringen seyn. Kommt es aber nicht auf eine genauere Berechnung der Gröfse der Schwingungen, sondern nur darauf an, zu übersehen, unter welchen Umständen dieselben überhaupt stattfinden, und ob sie im Allgemeinen stark oder schwach seyn werden, so kann man, wenigstens sofern der Einflufs der Cohäsionseigenschaften vernachlässigt werden darf, durch folgende Betrachtung mit hinreichender Annäherung zum Ziele gelangen.

Zwei Metalle von ungleicher Temperatur berühren sich in einem Punkte; der Krümmungshalbmesser ihrer Berührungsflächen ist als sehr grofs angenommen im Vergleich zu der Tiefe, zu welcher sich eine merkliche Temperaturänderung erstreckt. Es bezeichne K die Leitung, c die Capacität und E den um 1 verminderten Ausdehnungscoëfficienten für das kältere, und K', c', E' dieselben Gröfsen für das wärmere Metall. Vernachlässigt man die an den Oberflächen anderweitig aus- und einströmende Wärme, und bringt nur die am Berührungspunkt mitgetheilte in Anschlag, so bekommt das eine

Metall die Wärme, die das andere verliert; diese Menge heifse W. Nun verbreitet sich die Erwärmung im einen und die Abkühlung im andern über Halbkugeln, deren Halbmesser wegen der ungleichen Leitung ungleich seyn werden. Bezeichnen r und r' diese Halbmesser, so dafs sich die Halbkugeln wie $r^3 : r'^3$ verhalten, so wird die Erhöhung und Erniedrigung ihrer Temperatur beziehungsweise proportional $\frac{W}{c.r^3}$ und $\frac{W}{c'.r'^3}$, also die lineare Ausdehnung und Zusammenziehung proportional $\frac{W.E}{c.r^2}$ und $\frac{W.E'}{c'.r'^2}$. Wenn nun, wie ich annehmen zu dürfen glaube, $r : r' = \sqrt{\frac{K}{c}} : \sqrt{\frac{K'}{c'}}$, so verhält sich demnach die Linearausdehnung des kalten Metalls zu der Zusammenziehung des heifsen wie $\frac{E}{K} : \frac{E'}{K'}$, und der Unterschied beider ist proportional $W\left(\frac{E}{K} - \frac{E'}{K'}\right)$. Wendet man nun diefs auf das Trevelyan-Instrument an, so leuchtet ein, dafs der Erfolg des Versuchs von dem Werthe abhängt, den dieser Ausdruck für die beiden dazu verwendeten Metalle annimmt. *Ob* Schwingungen entstehen, wird davon abhängen, ob dieser Werth positiv oder negativ ist, *wie stark* sie aber sind, von der Gröfse desselben. Soll die Schwingung stattfinden, so mufs jene Gröfse positiv seyn, d. h. das kalte Metall einen gröfseren Werth für $\frac{E}{K}$ haben, als das heifse. Berechnet man den Werth dieser Gröfse für die Metalle, deren Leitung man durch Despretz kennt, so stellen sie sich in folgende Ordnung: *Platin*, *Gold*, *Kupfer*, *Silber*, *Eisen*, *Zink*, *Zinn* [1]) und *Blei*, welches letztere bei Weitem

1) Die Werthe für Zink und Zinn fallen gleich aus; der Grund warum *das letztere* den Versuchen zufolge tiefer in der Reihe steht, ist im

den gröfsten Werth erhält. Diese Reihe stimmt mit den Beobachtungen Trevelyan's gröfstentheils gut überein, und weicht davon nicht mehr ab, als aus dem Einflufs der Bedingungen, die hier aufser Rechnung gelassen werden mufsten, zu erwarten stand. Auch Forbes Beobachtungen dienen der angenommenen Erklärung vielmehr zur Bestätigung als zur Widerlegung [1]).

Es mufs übrigens bemerkt werden, dafs die hier berechnete Reihe angiebt, *welche* Metalle als Träger für irgend einen Wieger oder umgekehrt — für den Fall, dafs die Form die Schwingungen weder begünstigt noch hindert — dienen können, aber nicht identisch ist mit den Reihen, welche sich ergeben würden, wenn die Metalle nach der *Intensität* der Schwingungen geordnet werden sollten, die sie als Träger für einen gegebenen heifsen Wieger oder als Wieger für irgend einen Träger erzeugen würden.

Diese Bemerkung betrifft zugleich die Beantwortung einer Frage, welche für unseren Gegenstand von besonderer Bedeutung ist, nämlich: warum die Schwingungen nur zwischen Metallen erfolgen. Denn wenn, wie hier gezeigt ist, und wie auch schon Faraday erkannt hatte, eine schlechtere Wärmeleitung dem Träger zu Statten kommt, so mufs es auf den ersten Blick befremden, dafs alle viel schlechtere Wärmeleiter gar nicht als Träger

seiner drei Mal geringeren Elasticität zu suchen. Derselbe Umstand einer noch viel geringeren Elasticität kommt auch dem Blei als Träger zu Statten.

1) Die Platina würde eine tiefere und mit den Beobachtungen, besonders von Forbes, besser übereinstimmende Stelle erhalten, wenn sie die geringe Wärmeleitung besäfse, die Forbes ihr zuschreibt (Siehe oben S. 31 Anm.). Allein der Grund, warum die Beobachtungen ihr eine zu tiefe Stelle anweisen, liegt wohl hauptsächlich in der geringen Dicke des angewendeten Metalls, daher es denn auch natürlich ist, dafs Forbes, wie er selbst anführt, zuerst, da er mit einem dünnen, eckigen Stück von diesem Metall experimentirte, ihr eine noch tiefere Stelle anweisen zu müssen glaubte.

anwendbar sind. So wird z. B. Glas für $\frac{E}{K}$ einen be-
trächtlich gröfseren Werth geben als Blei, und daher
wenn zwischen diesen beiden Stoffen überhaupt Schwin-
gungen erzeugt werden können, das Blei der heifse Theil
seyn müssen, wenn wenigstens nicht die Bedingungen der
Gestalt auf die oben erörterte Art eine Umkehrung ver-
anlassen. Dennoch kommen alle Metalle auf Blei sehr
leicht in Schwingung, auf Glas aber ist das kaum in ei-
nem zweifelhaften Versuche gelungen. Der Grund da-
von wird sogleich einleuchten, wenn man erwägt, dafs
die Gröfse $W\left(\frac{E}{K}-\frac{E'}{K'}\right)$, deren Werth die Stärke der
Schwingungen bestimmt, aus zwei Factoren besteht, wel-
che Functionen von K und K' sind; beide wachsen mit
K', d. h. die Schwingungen sind um so stärker, je bes-
serer Leiter das heifse Metall ist. Dagegen wird, wenn
K abnimmt, der eine Factor $\left(\frac{E}{K}-\frac{E'}{K'}\right)$ gröfser, der an-
dere W kleiner, und es wird eine Gränze geben, von
wo an der günstige Einflufs, den die schlechte Leitung
des Trägers wegen des ersten Factors hat, durch den
entgegesetzten des zweiten aufgehoben und überwogen
wird. Denkt man sich K' und c' constant, so hängt W
nur noch von K und c ab, und darf, wie ich glaube, pro-
portional $\sqrt{\frac{K^3}{c}}$ gesetzt werden, wodurch der Ausdruck
$W\left(\frac{E}{K}-\frac{E'}{K'}\right)$ übergeht in $\left(E-\frac{E'K}{K'}\right)\sqrt{\frac{K}{c}}$, wo man
dann sogleich sieht, dafs, während der eine Factor
$\sqrt{\frac{K}{c}}$ immer gleichmäfsig mit K abnimmt, der andere,
in der Klammer enthaltene, bei abnehmendem K erst
sehr rasch wächst, und selbst vom Negativen zum Posi-
tiven übergehen kann, so lange K und K' nicht sehr

araus entspringende Zuwachs an Bewegung nicht hin-
, den durch die Hindernisse entstehenden Verlust zu
ensiren. Hierin liegt, wie ich glaube, der Haupt-
, warum gewöhnlich nur Metalle die Erscheinungen
ı, daher ich es nicht für nöthig halte ein Paar andere
inde, welche auch noch in gleichem Sinne wirken
:n, zu erörtern. Ich halte es jedoch nicht für un-
ch, nicht nur Metalle auf Glas und dergleichen, son-
auch umgekehrt, oder Glas auf Glas in Schwin-
:n zu versetzen.

Sollte die Theorie, die ich hier zu geben versucht
auch einige nicht ganz strenge Voraussetzungen
lten, so werden doch die daraus gezogenen Folge-
n im Wesentlichen, so weit sie nicht eine genauere
itative Berechnung des Phänomens betreffen, ihre
gkeit behalten. Jedenfalls wird man daraus erken-
dafs die bisherigen Beobachtungen über das Tre-
n-Instrument nichts enthalten, was mit Faraday's
rung im Widerspruch stände, dafs vielmehr diese
ıchtungen, so weit sie eine Beurtheilung zulassen,
be im Allgemeinen nur bestätigen.

Wärmeleitung (und Capacität) und von ihren Ausdehnungscoëfficienten. Nämlich:

1) *Jedes heiſse Metall kann auf jedem kalten (von gleichem oder verschiedenem Stoffe) in dauernde Schwingung versetzt werden, wenn ihre Gestalt so gewählt wird, daſs die Wärme sich in dem kalten bedeutend weniger zur Seite ausbreitet, als die Kälte in dem heiſsen.*

2) *Wenn die Wärme sich in dem kalten nur nach unten fortpflanzt, die Kälte in dem heiſsen aber vom Berührungspunkte aus sich nach allen drei Dimensionen verbreitet, so sind die Schwingungen caet. par. um so stärker, je* b e s s e r e r *Wärmeleiter das kalte Metall ist.*

3) *Wenn aber die Wärme sich auch im Träger bedeutend zur Seite ausbreitet, so sind die Schwingungen im Gegentheil um so stärker, je* s c h l e c h t e r e r *Leiter derselbe ist, doch nur bis zu einer gewissen Gränze, über welche hinaus auch hier die noch schlechtere Wärmeleitung eine entgegengesetzte Wirkung hervorbringt.*

Unter allen Umständen sind die Schwingungen um so stärker

4) *je besserer Leiter das heiſse Metall ist,*

5) *je mehr sich in ihm die Kälte vom Berührungspunkte aus verbreiten kann,*

6) *je kleiner sein Ausdehnungscoëfficient, und*

7) *je gröſser der des kalten Metalls ist.*

II. Bemerkungen über einige andere durch Wärme hervorgerufene Töne.

Die Töne des Trevelyan-Instruments werden nicht wie die meisten Töne durch Schwingungen hervorgebracht, welche einfach aus dem Bestreben entspringen, das gestörte Gleichgewicht in der Elasticität der Theile herzustellen, sondern sind, indem sie durch das wiederholte Gegeneinanderschlagen zweier festen Körper entstehen, den Klirrtönen und den an S a v a r t's Zahnrad

erzeugten zu vergleichen. Anders verhält es sich mit einigen andern Fällen, wo durch Wärme Töne hervorgerufen werden, worüber ich hier gelegentlich ein Paar Bemerkungen anreihen werde.

Wenn nämlich ein Körper vermöge seiner Elasticität regelmäfsiger tönender Schwingungen fähig ist, so werden diese so leicht durch die geringsten Ursachen hervorgerufen, dafs die Wärme auf mehr als eine Art ihre Entstehung veranlassen kann. So bemerkt man oft, wenn Wasser erhitzt wird, dafs beim Beginnen des Siedens das Gefäfs tönt, indem es durch die Erschütterungen des Wassers in Schwingung versetzt wird. Dieser Ton entsteht also eben so, wie wenn die in moussirendem Wasser aufsteigenden Gasbläschen das Gefäfs zu einem wiederholten leisen Tönen bringen, und kann von jenem Schalle, den das Aufsteigen der Dämpfe im Wasser an sich erzeugt, dadurch unterschieden werden, dafs er dieselbe Höhe hat wie der, den man beim Anschlagen des Gefäfses hört. Andere ähnliche Fälle bieten sich Jedem, der darauf achtet, nicht selten dar, und bedürfen keiner Erläuterung.

Die von Cagniard de Latour bemerkte Erregung von Wasserschwingungen durch erstarrenden Phosphor (dies. Annal. Bd. XXVI S. 352) und die von Pinaud beschriebenen Töne, die durch Wasserdämpfe in Kugelröhren hervorgerufen werden (ebend. Bd. XXXXII S. 610), gehören, in sofern dabei ebenfalls Schwingungen tonfähiger Körper durch Wärme veranlafst werden, in dieselbe Klasse.

Einen andern bemerkenswerthen Fall, der hierher zu rechnen ist, hat Strehlke in dies. Ann. Bd. XXXXIII S. 405 zur Sprache gebracht, nämlich das Erklingen von Zinkmassen beim Erhitzen, so wie beim Abkühlen. Dieser Ton, welcher nicht continuirlich, sondern nur augenblicklich von Zeit zu Zeit erscheint, wird, wie dort schon gezeigt ist, durch eigentliche Schwingungen — ge-

wöhnlich Transversalschwingungen — des Zinks erzeugt, und ist daher immer einer von denen, die der Körper auch beim Anschlagen giebt. An einer runden Zinkscheibe, die in der Mitte mit einem Griff versehen ist, konnte ich denselben Ton, den sie beim Erwärmen und Abkühlen giebt, nicht nur durch Anschlagen, sondern auch durch Streichen mit dem Violinbogen erhalten, wo dann als Klangfigur das rechtwinklige Kreuz entstand. Bei ziemlich schnellem Temperaturwechsel hört man den Ton zuweilen recht stark; schwach aber, und nur vernehmlich wenn das Zink vor das Ohr gehalten wird, hört man ihn in unzähligen und so schnell aufeinanderfolgenden Wiederholungen, dafs eine nicht zu dünne Zinkscheibe, wenn man sie nur mäfsig erwärmt, während ihres Erkaltens in einem beständigen Geklingel bleibt. Auch bedarf es zur Erzeugung des Tones einer so schwachen Temperaturänderung, dafs ich ihn wiederholt und deutlich an einer Zinkscheibe wahrgenommen habe, als ich sie aus einem Raume in einem nur 12° R. wärmeren brachte. — Ueber die nächste Ursache dieses Tones, nämlich durch Schwingungen, kann kein Zweifel seyn, und es ist derselbe dem des Trevelyan-Instruments keineswegs zu vergleichen. Nicht so leicht ist es aber, sich von der Ursache, welche die Schwingungen erregt, eine ganz deutliche Vorstellung zu machen. Denn wenn man annehmen darf, dafs die Ausdehnung beim Erwärmen die kleinen Erschütterungen verursacht, die das Zink erleidet, so geht daraus hervor, dafs diese Ausdehnung nicht mit der Stetigkeit erfolgt, die man erwarten sollte, sondern plötzlich und ruckweise.

Diefs wird noch auffallender in einem andern Beispiele, das offenbar gleicher Natur ist. Jedermann kennt die Erscheinung, dafs eiserne Ofenthüren in der Hitze öfters einen eigenen Laut hören lassen. Obgleich derselbe nur ein unvollkommener Ton ist, so ist doch seine Höhe wohl erkennbar, und man wird immer finden, dafs

es einer von denen ist, welche die Thüre auch beim Anschlagen giebt; zuweilen bemerkt man auch mehrere dieser Töne. Diese Erscheinung, welche eben sowohl beim Erhitzen der Thüre durch die Gluth des Ofens als beim Abkühlen derselben eintritt, zeigt sich mit einer ausgezeichneten Regelmäſsigkeit, wenn die Temperaturveränderung gleichmäſsig von Statten geht. Oeffnet man nämlich die heiſse Ofenthüre und läſst sie auf diese Weise sich abkühlen, so hört man jenen Ton oft wiederholt, erst sehr schnell nach einander in kleinen Zeiträumen, welche zuerst gleich erscheinen, sehr bald aber anfangbn allmälig gröſser zu werden und so gleichmäſsig wachsen, bis zuletzt, wenn der Verlust an Wärme nur noch langsam von Statten geht, der Ton nur noch einzelne Male in gröſseren Zwischenräumen sich hören läſst. Man sieht aus dieser Regelmäſsigkeit, daſs die Erscheinung nicht von gewissen localen und mehr zufälligen Ursachen abhängt, auf die man hier zuerst sein Augenmerk zu richten geneigt seyn möchte. Das Gleichgewicht, welches in dem Cohäsionszustand der Theile des Eisens bei irgend einem Temperaturzustand eingetreten ist, wird durch eine Temperaturveränderung gestört, und dieselben müssen in einen neuen Gleichgewichtszustand übergehen; man würde erwarten, daſs dieser Uebergang stetig erfolgte; aus dem Angeführten aber scheint hervorzugehen, daſs er ruckweise eintritt, in Perioden, die um so gröſser sind, je langsamer die Temperaturänderung von Statten geht. Es ist als ob die Kraft, welche das Ausdehnen und Zusammenziehen bewirkt, immer erst zu einer gewissen Stärke angewachsen seyn müsse, ehe sie die Bewegung der Theile hervorzubringen im Stande ist. Schlägt man gegen die Thüre, während sie im regelmäſsig und schnell wiederholten Tönen ist, so pausirt sie einige Augenblicke, fängt aber dann sogleich wieder an, und fährt mit derselben Regelmäſsigkeit fort. — Man bemerkt übrigens diese Töne

nicht nur an geschmiedetem Eisen und solchem, das aus Theilen zusammengefügt ist, sondern auch an Gufseisen, und zwar an Massen, die aus einem Stück gegossen sind, so wie an anderen Metallen, z. B. an Messingblech.

Der Grund, warum das Zink diese Erscheinung besonders leicht giebt, ist in dem grofsen Ausdehnungscoëfficienten und dem krystallinischen Gefüge dieses Metalls zu suchen, indem letzteres, wegen der ungleichen Ausdehnung nach verschiedenen Richtungen einen Druck der Theile auch in dem Falle erzeugen mufs, wenn die Erwärmung in allen Theilen gleichmäfsig geschieht; beim Eisen mufs dieser durch ungleiche Erwärmung der Theile bedingt seyn. An einer ziemlich dicken Antimonscheibe habe ich ein ähnliches Geklingel, wie vorhin vom Zink erwähnt wurde, bemerkt, doch nur bei einem viel jäheren Temperaturwechsel. Am Zinn entstehen diese Töne ziemlich leicht.

Eine andere bekannte Erscheinung, an die man sich durch jenes Tönen des Zinks erinnert finden könnte, ist das Knistern des Schwefels beim Erwärmen, doch ist diefs mit der Erscheinung an den Metallen sicher nicht einerlei, da es offenbar von der Bildung kleiner Sprünge herrührt, indem der Schwefel so spröde ist, dafs seine Krystalle oft schon durch die Wärme der flachen Hand zu einem heftigen Zerspringen gebracht werden. Eher dürfte vielleicht das Knistern beim Biegen des Zinns auf eine ähnliche Ursache bei der mechanischen Ausdehnung, wie an jenen Metallen bei der Erwärmung bezogen werden.

Es ist von mehreren Seiten bei Gelegenheit jener Töne des Zinks, so wie des Trevelyan-Instruments an die Töne erinnert worden, die mein Vater an thermomagnetischen Apparaten wahrgenommen hat. Die betreffende Stelle (§. 48 seiner Abhandlung in den Schriften der K. Acad. der Wissenschaften, 1822 bis 1823) lautet also: »In (zweigliedrigen) Kreisen von Kupfer mit Antimon oder von Kupfer mit Zink wurde bei schneller,

starker Erhitzung des einen Berührungspunktes von Zeit zu Zeit ein Klang gehört, wobei jedesmal die Magnetnadel, deren Bewegung etwas gestockt hatte, plötzlich weiter rückte, und von dem erreichten Stande nicht wieder zurückkehrte. Auch bei der Abnahme der Declination nach ausgelöschten Lampen glaube ich einigemal eine solche plötzliche Beschleunigung in der nun rückgängigen Bewegung der Magnetnadel bemerkt zu haben, wenn sich jener Klang vernehmen liefs. — Selbst anhaltende Töne wurden in einigen jener zweigliedrigen Kreise gehört, namentlich in Kreisen von Messing und Zinn, desgleichen von Messing und Blei, wo sogar Doppeltöne ein sehr tiefer und ein hoher, beide schwach, doch sehr deutlich zu hören waren. Die magnetische Polarisation in diesen beiden Kreisen war dabei sehr schwach etc.«

Obgleich sich über die Natur der beobachteten Thatsachen nicht mit völliger Bestimmtheit entscheiden läfst, so ist es doch sehr wahrscheinlich, dafs die zuerst erwähnten Klänge an den Kreisen von Kupfer mit Antimon und Zink von der Natur waren, wie die so eben besprochenen, und es ist in diesem Falle das plötzliche Weiterrücken der Magnetnadel beim Eintreten jenes Klanges ein bemerkenswerther Umstand, wofern es nicht etwa blofs von der Erschütterung herrührt, die mit der Entstehung jenes Klanges verbunden ist, und die sich vielleicht der Nadel mitgetheilt haben kann. — Die anhaltenden Töne an Messing mit Blei und Zinn mögen dagegen eher von der Natur derer am Trevelyan-Instrument gewesen seyn.

Ob auch Steinmassen bei der Erwärmung in solcher Weise wie das Zink tönen können, ist mir nicht bekannt. Im Bejahungsfalle möchte man vermuthen, dafs die bekannten Töne der Memnonssäule [1]), so wie die

1) Die Memnonssäule, eine sitzende colossale Statue aus *einem* Stein, deren Obertheil durch Cambyses (oder bei einem Erdbeben) herabgestürzt worden, gab bei Sonnenaufgang einen Ton, den Pausa-

in den Granitgemächern von Carnak von dieser Art sind; doch schreiben Einige sie einem Luftstrome zu, und führen sie also auf eine ähnliche Ursache zurück, wie man von den Tönen der Granitberge am Orinoco vermuthet, von denen A. von Humboldt berichtet.

[*Berichtigung*. In den Formeln S. 23 ist $\frac{D}{A}$ statt $\frac{D}{D-A}$ und $\frac{A}{D}$ statt $\frac{D-A}{D}$ zu setzen.]

II. *Untersuchungen über die specifische Wärme einfacher und zusammengesetzter Körper; von Victor Regnault* [1]).

Erste Abhandlung.

Eine grofse Anzahl Physiker hat sich mit Bestimmung der specifischen Wärme beschäftigt, und dennoch lassen unsere Kenntnisse über diesen Gegenstand viel zu wünschen übrig. Die Hauptarbeiten über denselben sind die von Wilke, Crawford, Gadolin, Dalton, Mayer, Lavoisier und Laplace, Dulong und Petit, Delaroche und Bérard, und endlich, in den letzten Jahren, die von Neumann und von Avogadro. Aber erst seit den schönen Untersuchungen von Dulong und Petit ist die Wärmecapacität der Körper mit einiger Genauigkeit bestimmt worden, erst seitdem weifs man bei diesen feinen Untersuchungen die hauptsächlichsten

nias dem Reifsen einer Saite vergleicht und der, nach Strabo, klingt, wie von einem mäfsigen Schlage. In späterer Zeit hat der obere Theil eine aus mehreren Stücken bestehende Restauration erhalten. Nach den Berichten mehrerer Reisenden giebt die Statue noch heute zuweilen des Morgens jenen Ton, den die französischen Reisenden (*Déscription de l'Egypt. Antiq. II*) dem Schwingen einer Saite vergleichen. Alte und neuere Nachrichten übrr die Memnonssäule findet man gesammelt in F. Jacobs vermischten Schriften, IV.

1) Aus den *Ann. de chim. et de phys. T. LXXIII p.* 5.

Fehlerquellen zu vermeiden. Die Versuche vor diesen berühmten Physikern können kein Vertrauen einflöfsen; denn neben einigen Zahlen, die wenig von den wahren abweichen, findet sich eine Masse anderer, die zwei bis drei Mal zu grofs sind. Man mufs jedoch einige Versuche von Lavoisier und Laplace ausnehmen, die mit vieler Sorgfalt gemacht zu seyn scheinen und sich wenig von der Wahrheit entfernen.

Dulong und Petit haben sich mit der specifischen Wärme unter zwei Umständen beschäftigt. In ihrer grofsen Arbeit über die Erkaltungsgesetze (*Journal de l'école polytechnique*, *T. XI*) geben sie die specifische Wärme einiger Substanzen, bestimmt durch die Methode des Mengens zwischen den sehr weit abständigen Temperaturgränzen 0° und 350°, und sie zeigen, dafs die Wärmecapacität der Körper, gleich deren Ausdehnbarkeit, mit der Temperatur zunimmt.

Die von diesen geschickten Physikern gefundenen Zahlen sind folgende:

	Mittlere Capacität zwischen 0° und 100°.	zwischen 0° und 300°.
Eisen	0,1098	0,1218
Quecksilber	0,0330	0,0350
Zink	0,0927	0,1015
Antimon	0,0507	0,0549
Silber	0,0557	0,0611
Kupfer	0,0949	0,1013
Platin	0,0335	0,0355
Glas	0,177	0,190.

Einige Jahre später sind Dulong und Petit auf die specifische Wärme zurückgekommen (*Ann. de chim. et de phys. T. X*). Durch ein neues Verfahren, bekannt unter dem Namen der *Methode des Erkaltens*, deren Princip von Tob. Mayer angegeben war, haben sie die specifische Wärme mehrer einfacher Körper bestimmt, und durch den Vergleich der erhaltenen Werthe

den entsprechenden Atomgewichten, geglaubt das ungemein merkwürdige Gesetz aufstellen zu können; *dafs die Atome aller einfachen Körper genau die nämliche Wärmecapacität besitzen.*

Die Zahlen, auf welche Dulong und Petit ihr Gesetz begründen, sind folgende:

	Specifische Wärmen.	Atomgewichte.	Producte aus beiden.
Wismuth	0,0288	1330	38,30
Blei	0,0293	1295	37,94
Gold	0,0298	1243	37,04
Platin	0,0314	1116	37,40
Zinn	0,0514	735	37,79
Silber	0,0557	675	37,59
Zink	0,0927	403	37,36
Tellur	0,0912	403	36,75
Kupfer	0,0949	395,7	37,55
Nickel	0,1035	369	38,19
Eisen	0,1100	339,2	37,31
Kobalt	0,1498	246	36,85
Schwefel	0,1880	201,1	37,80.

Die dritte Spalte der Tafel enthält die Producte der zusammengehörigen Atomengewichte und specifischen Wärme; diese Producte müfsten gleich seyn, wenn das Gesetz genau wäre. In der That sieht man, dafs die Zahlen in der dritten Spalte so wenig von einander abweichen, dafs man die kleinen Schwankungen den unvermeidlichen Fehlern der Versuche zuschreiben kann. Das Dulong-Petit'sche Gesetz schien also wohl begründet, es verlieh der Betrachtung der Wärmecapacität der Körper eine unerwartete Wichtigkeit, und stellte sie unter die merkwürdigsten Punkte der allgemeinen Physik. Indefs fanden sich auch bald Anomalien ein. In der That waren zur Zeit, da Dulong und Petit ihre Arbeit veröffentlichten, die Atomgewichte der ein-

fachen Körper noch nicht alle auf eine ganz sichere Weise bestimmt; man hatte oft für das Atomgewicht desselben einfachen Körpers zwischen mehren fast gleich wahrscheinlichen Zahlen zu wählen, und Dulong und Petit gaben natürlich derjenigen den Vorzug, welche am besten mit ihrem Gesetz übereinstimmte.

Gegenwärtig sind diese Unsicherheiten nicht mehr da. Die späteren Entdeckungen von Mitscherlich über die Isomorphie haben neue Mittel geliefert, uns in der Wahl der Atomgewichte einfacher Körper zu leiten, und die so genauen Versuche von Berzelius haben den Zahlenwerth derselben in einer Weise festgestellt, dafs darüber wenig Zweifel bei den Chemikern übrig bleiben können.

Vertauscht man die von Dulong und Petit angenommenen Atomgewichte gegen die jetzt allgemein gebräuchlichen, so findet man, dafs ihr Gesetz sich bei weitem nicht so genügend bewährt. Man überzeugt sich davon durch einen Blick auf folgende Tafel, in welcher die Berzelius'schen Atomgewichte angenommen sind.

	Spec. Wärme.	Atomgewichte.	Producte aus beiden.
Wismuth	0,0288	887	25,53
Blei	0,0293	1295	37,94
Gold	0,0298	1243	37,04
Platin	0,0314	1233	38,72
Zinn	0,0514	735	37,99
Silber	0,0557	1351	75,18
Zink	0,0927	403	37,36
Tellur	0,0912	806	73,50
Kupfer	0,0949	395,7	37,55
Nickel	0,1035	369	38,19
Eisen	0,1100	339,2	37,31
Kobalt	0,1498	369	55,28
Schwefel	0,1880	201,1	37,80

Bei Annahme der neuen Atomgewichte ist, um dem

Gesetz der Atome zu folgen, die specifische Wärme des Wismuths um ein Drittel zu klein, die des Silbers und des Tellurs dagegen zwei Mal, und die des Kobalts um etwa ein Drittel zu grofs; endlich entfernt sich auch die des Platins von der theoretischen Zahl, und die Abweichung würde selbst noch gröfser seyn, wenn man die Zahl 0,0335 annehmen wollte, die Dulong und Petit in ihrer ersten Arbeit über die specifische Wärme gegeben haben. Das Product der specifischen Wärme in das Atomgewicht wäre dann 41,30.

Bei ihren ersten Untersuchungen fanden Dulong und Petit für die specifische Wärme des Antimons die Zahl 0,0507, die auch zu dem Gesetz der Atome nicht stimmt; denn das Product dieser Zahl in das Atomgewicht ist 40,94. Endlich würde auch, nach Berzelius, die von diesen beiden Physikern gefundene, aber nicht veröffentlichte Wärmecapacität des Arsens gleichfalls mit dem allgemeinen Gesetz in Widerspruch seyn.

Man sieht hieraus, dafs unter den von Dulong und Petit ihrer specifischen Wärme nach bestimmten einfachen Körpern die Zahl derjenigen, die dem Gesetz der Atome nicht genügen, mindestens eben so grofs ist als die der damit übereinstimmenden, und dafs neue Versuche durchaus nöthig sind, um die Ideen über diesen wichtigen Punkt der Wissenschaft zu befestigen.

Seit der letzten Arbeit von Dulong und Petit haben zwei ausgezeichnete Physiker, Hr. Neumann in Königsberg und Hr. Avogadro in Turin, Untersuchungen über die specifische Wärme der Körper angestellt; allein sie haben das Dulong-Petit'sche Gesetz als bewiesen für die einfachen Substanzen angenommen, und blofs gesucht ein ähnliches Gesetz für die zusammengesetzten Körper aufzustellen. Hr. Avogadro indefs hat die specifische Wärme einiger von Dulong und Petit nicht untersuchten Körper bestimmt, namentlich die des Jods, der Kohle, des Phosphors und des Arsens; allein lei-

leider kann die Art, wie Herr Avogadro die Methode des Vermengens angewandt hat, kein grofses Vertrauen einflöfsen, wovon man sich durch den von diesem Physiker angeführten Versuch über die specifische Wärme des Wassers überzeugen kann. Dieser Versuch, der zur Controle der Methode angestellt wurde, gab nämlich für die Capacität des Wassers: 0,888, statt 1,000. Der Unterschied ist sehr grofs [1]). Hr. Avogadro nimmt an, dafs er von Fehlerquellen, die bei seinen Verfahren für alle Substanzen constant seyen, herrühre, und um ihn in Rechnung zu ziehen, berechnet er die specifische Wärme der übrigen Substanzen nach seinen Beobachtungen, indem er die specifische Wärme, statt 1,000, gleich 0,888 setzt. Diese Annahme ist ganz unzulässig; die Fehler müssen mit der Leitungsfähigkeit der Substanzen variiren.

Ich werde hier nicht die von den HH. Neumann und Avogadro für die Wärmecapacität zusammengesetzter Körper erhaltenen Resultate discutiren, so wenig wie die Gesetze, welche sie aufzustellen gesucht haben. Diese Erörterung findet ihren natürlichen Platz in einer künftigen Abhandlung, in welcher ich die von mir angestellten Versuche über die specifische Wärme der zusammengesetzten Körper mittheilen werde. Die Arbeit, welche ich heute die Ehre habe, der Academie zu übergeben, handelt nur von der specifischen Wärme einfacher Körper.

Ehe ich in das Einzelne meiner Versuche eingehe, will ich über die verschiedenen, bisher zur Bestimmung

1) Der Versuch würde eine noch niedrigere Zahl gegeben haben, wenn Hr. Avogadro nicht schon eine Berichtigung daran angebracht hätte, nämlich durch die Annahme, dafs die im siedenden Wasser erhitzten Körper im Moment ihrer Eintauchung in das kalte Wasser, welches zur Auffangung der abgegebenen Wärme bestimmt ist, nur 95° C. besitzen.

der specifischen Wärme befolgten Verfahren einige Bemerkungen machen.

Zur Bestimmung dieser Wärme kennt man drei allgemeine Methoden: 1) die des Schmelzens von Eis oder die calorimetrische, 2) die des Mengens und 3) die des Erkaltens.

Die Methode des Eisschmelzens kann genaue Resultate geben; allein die Anwendung wird immer sehr beschränkt seyn, weil sie sich nur schwierig auf Körper von beliebiger Form anwenden läfst; überdiefs ist sie mit einiger Sicherheit nur auszuführen, sobald die äufsere Temperatur sehr wenig von 0° abweicht.

Die Methode des Erkaltens, so wie sie von Dulong und Petit vervollkommt worden, erfordert nur die Anwendung einer kleinen Menge von Substanz. Die Substanz ist immer pulverförmig oder flüssig, und alle Körper lassen sich immer leicht in dem einen oder andern dieser beiden Zustände erhalten.

Unglücklicherweise beruht aber die Methode des Erkaltens auf mehren Hypothesen, die bei weitem nicht erwiesen sind. Bekanntlich besteht sie darin, dafs man die fein gepülverte Substanz in ein kleines cylindrisches Gefäfs von sehr dünnem und auswendig wohl polirtem Silber bringt, und in die Axe dieses Gefäfses den Behälter eines Thermometers von grofser Empfindlichkeit und sehr geringer Masse stellt. Die Substanz in dem Silbergefäfs wird stark zusammengestampft und darauf bedeckt mit einem kleinen Deckel von polirtem Silber, der durchbohrt ist, um den Stiel des Thermometers hindurchzulassen. Das kleine Gefäfs wird nun bis 30° oder 40° C. erhitzt und dann in ein grofses gebracht, das man durch Eis beständig auf 0° erhält und mittelst der Luftpumpe luftleer macht. Bei den Versuchen von Dulong und Petit bestand diefs grofse Gefäfs aus einem Metallcylinder, dessen innere Oberfläche mit Kienrufs überzogen war, um das Absorptionsvermögen auf das Maximum zu bringen. Man beobachtete das Erkalten des Thermometers



indem man mittelst eines Chronometers die Zeit aufzeichnete, welche das Thermometer gebrauchte, um eine constante Temperaturdifferenz, von 10° bis 5°, zu durchsinken. Diese einzige Beobachtung reicht hin, das Verhältnifs der spec. Wärmen zweier in dem Silbergefäfs enthaltenen Substanzen zu liefern, sobald das Gewicht dieser Substanzen bekannt ist. Denn da, zu Anfange des Beobachtens der Erkaltung die Temperaturunterschiede zwischen der Substanz und der Hülle nur sehr klein sind, so kann man das Newton'sche Gesetz als streng annehmen, und dem zufolge zwischen dem Temperaturüberschufs ϑ und der Zeit t die Beziehung aufstellen:

$$-\frac{d\vartheta}{dt} = m\vartheta \text{ oder } \log\vartheta = mt + const.$$

Beim besagten Versuch hat man, zu Anfange der Zeit, $\vartheta = 10°$, folglich $-\log 10 = constans$, und daraus:

$$\log 10 - \log\vartheta = mt \text{ oder } m - \frac{\log 10 - \log\vartheta}{t}$$

Man hat die Zeit t aufgezeichnet, welche das Gefäfs gebraucht, um von $\vartheta = 10°$ auf $\vartheta = 5°$ überzugehen. Für diese zweite Gränze hat man also:

$$m = \frac{\log 2}{t}.$$

Man kann aber auch für den Coëfficienten m einen anderen Werth auffinden.

In der That besitzen alle Substanzen, da sie die nämliche Hülle haben, auch das nämliche Ausstrahlungsvermögen. Der Coëfficient m oder der Bruchtheil eines Grades, den der Körper in der Einheit der Zeit für eine Temperaturdifferenz von 1° verliert, kann nur abhängen von der Gröfse s der strahlenden Fläche, vom Ausstrahlungsvermögen e dieser Fläche, von der Masse M der das kleine Gefäfs erfüllenden Substanz und von deren specifischen Wärme c. Sonach hat man also nothwendig:

$$m = \frac{se}{Mc},$$

und, wenn man diesen Werth von m dem früheren gleich setzt:

$$\frac{se}{Mc} = \frac{\log 2}{t} \text{ und daraus } Mc = \frac{set}{\log 2}.$$

Für eine andere das Gefäfs erfüllende Substanz, deren Masse M' und specifische Wärme c', hätte man gleichergestalt:

$$M'c' = \frac{set'}{\log 2},$$

folglich:

$$\frac{M'c'}{Mc} = \frac{t'}{t}.$$

Dieser sehr einfache Ausdruck giebt das Verhältnifs zwischen den specifischen Wärmen zweier Substanzen:

In Wirklichkeit darf man nicht den Einflufs der Erkaltung des kleinen Silbergefäfses und des Thermometerbehälters vernachlässigen. Man zieht ihn in Rechnung indem man ihn durch vorläufige Versuche ein für alle Mal bestimmt und darauf für alle übrigen als constant betrachtet. Zu dem Ende macht man zwei Versuche mit zwei Substanzen, deren specifische Wärmen wohl bekannt sind, z. B. mit Kupfer und Silber. Bezeichnet man dann mit k die Wärmemenge, welche bei jedem Versuch während der Erkaltung von dem Thermometerbehälter und dem kleinen Gefäfs abgegeben werden, so hat man:

$$\frac{M'c' + k}{Mc + k} = \frac{t'}{t}.$$

Diese Gleichung giebt k, das man nun auf gleiche Weise in alle übrigen Relationen einführt.

Die obigen Gleichungen setzen voraus:

1) Dafs beim Erkalten alle Theile der das Gefäfs erfüllenden Substanz beständig eine gleiche Temperatur

bewahren, was schwierig anzunehmen ist, wenn man das sehr schlechte Leitvermögen pulverförmiger Substanzen erwägt; sie setzen wenigstens voraus, dafs während der Zeit, in welcher der Thermometerbehälter eine Erkaltung von 5° anzeigt, alle Theile der Substanz um dieselbe Gröfse erkalten.

2) Dafs der Stiel des Thermometers, welches die Axe des Cylinders einnimmt, bei allen Versuchen vermöge seiner inneren Leitungsfähigkeit die nämliche Wärmemenge entweichen lasse. Der Fehler, der bei so langsamen Erkaltungen, wie sie bei diesen Versuchen stattfinden, aus dieser Ursache entspringen kann, darf wohl nicht vernachlässigt werden.

3) Mufs man annehmen, dafs die Wärme immer mit gleicher Leichtigkeit aus den letzten Theilchen der Substanz in die berührende Wand übergehe, von welcher Natur die Substanz auch sey. Diese Gleichheit des äufseren Leitvermögens durch Contact ist bei weitem nicht erwiesen. Es ist sogar ziemlich wahrscheinlich, dafs jede Substanz ihren besonderen Coëfficienten habe. Jene Gleichheit des Leitvermögens durch Contact findet offenbar nicht statt für zwei Flüssigkeiten, von denen die eine die Wand benetzt und die andere nicht.

4) Das Ausstrahlungsvermögen des kleinen Gefäfses mufs während der ganzen Dauer der Versuche constant bleiben. Diese Bedingung kann nicht streng erfüllt werden; allein es ist leicht, die wegen Aenderung der strahlenden Fläche nöthige Berichtigung zu ermitteln, indem man von Zeit zu Zeit eine Beobachtung mit derselben Substanz anstellt.

5) Endlich mufs auch das Absorptionsvermögen der Hülle während der ganzen Dauer der Versuche unveränderlich bleiben. Diese Bedingung hat man dadurch zu erfüllen geglaubt, dafs man das Absorptionsvermögen der Hülle auf das Maximum brachte, d. h. die innere Ober-

fläche derselben mit einer Schicht Kienrufs überzog. Wir werden sogleich sehen, ob der Zweck dadurch erreicht worden.

Die Bestimmung der specifischen Wärme durch die Erkaltungsmethode ist also einer Masse fremder Einflüsse ausgesetzt, deren Werth zu ermitteln beim gegenwärtigen Zustand unserer Kenntnisse schwer hält. Ihre Anwendung wird nur erlaubt seyn, wenn man wohl bewiesen haben wird, dafs eine grofse Zahl von Substanzen, durch diese Methode rücksichtlich ihrer specifischen Wärme bestimmt, immer genau dieselben Verhältnisse zeigen, als durch eine andere, die nicht dieselben Ursachen zur Ungleichheit darbietet. Somit würde es bewiesen seyn, dafs die von mir bezeichneten Fehlerquellen, wenn auch nicht keinen Einflufs haben, doch einen zu schwachen, um die Zahlen auf eine merkliche Weise zu ändern.

Ich hielt es demnach für ganz unumgänglich, die Erkaltungsmethode, vor ihrer Anwendung, einer Reihe experimenteller Prüfungen zu unterwerfen.

Der Apparat, den ich anfangs hiezu anwandte, war genau nach dem Muster des Dulong-Petit'schen construirt. Ich liefs kleine Silbergefäfse von verschiedenen Dimensionen anfertigen, um, wenigstens annähernd, den Einflufs der Verschiedenheit des Leitvermögens zu ermitteln. Diese kleinen, äufserst dünnen Gefäfse hatten sämmtlich eine Höhe von 26 Mm., dagegen einen Durchmesser von 10 bis 25 Mm. Der Behälter des kleinen in die Axe gestellten Thermometers hielt 15 Mm. in Länge und nur 2 Mm. im Durchmesser. Ungeachtet dieser kleinen Dimensionen war das Thermometer noch so empfindlich, dafs 1 Centigrad eine Länge von über 1 Centimeter auf dem Stiel einnahm. Das Kaliber der Röhre war so fein, dafs man mit blofsem Auge den Quecksilberfaden kaum wahrnahm. Man beobachtete ihn aus der Ferne mit einem horizontal gestellten Fernrohr von ziemlich bedeutender Vergröfserung. Mit einer sehr guten Luft-

pumpe, die die Luft wenigstens bis auf 1 Mm. auspumpte, wurde das Vacuum hergestellt.

Die Versuche wurden unter genauer Beachtung der von Dulong und Petit angezeigten Vorsichtsmafsregeln begonnen. Das Erste, wovon man sich nothwendig überzeugen mufste, war: ob die Zeit der Erkaltung des kleinen Gefäfses vollkommen constant bliebe bei allen Versuchen, wenn übrigens durchaus nichts an der Einrichtung des Apparats geändert würde. Diese Beständigkeit wird aber bei weitem nicht beobachtet; man mag diefs aus der Abweichung zwischen folgenden Resultaten ersehen, die unter anscheinend identischen Umständen erhalten wurden.

Ein kleines Gefäfs von Eisenfeilicht erkaltete von 10° auf 5° in folgenden Zeiten:

Versuch.	Erkaltungszeit.	Manometerdruck.
No. 1	45′ 34″	4 Millim.
- 2	43 40	4 -
- 3	44 31	4 -
- 4	42 48	3 -
- 5	42 45	3 -

Man sieht, die Erkaltungszeit schwankte sehr beträchtlich. Ich habe mehre Reihen ähnlicher Versuche angestellt, und immer Ungleichheiten derselben Ordnung gefunden. Lange Zeit konnte ich nicht errathen, was diese Unterschiede verursachte, bis mich eine Beobachtung auf die Spur brachte. Ich fand, dafs die Luftpumpe, die, wenn sie nur mit ihrem Recipienten gemeinschaftete, in sehr kurzer Zeit das Vacuum wenigstens bis auf ein Millimeter herstellte, nur sehr schwierig den Druck bis auf 3 Millim. herabbrachte, wenn sie verbunden war mit dem von Eis umgebenen Gefäfs, in welchem das Erkalten beobachtet wurde. Diefs rührt daher, dafs der Kienrufs, der die Hülle bekleidet, eine äufserst hygroskopische Substanz ist. Die Feuchtigkeit haftet an der

kalten Fläche, und entweicht, wenn man das Vacuum macht, nur sehr schwer und unvollständig. Da der Kienrufs ein sehr bedeutendes Absorptionsvermögen besitzt, so begreift man, dafs dasselbe sich merklich ändern mufs, wenn sich eine selbst äufserst dünne Schicht von Feuchtigkeit, die ein bedeutend geringeres Absorptionsvermögen besitzt, darauf legt.

Ich hoffte diese Fehlerquelle zu vermeiden, wenn ich in das Gefäfs nur Luft, die einige Zeit über Kalk gestanden hatte, hineinliefs und dieselbe zu wiederholten Malen mit der Luftpumpe auszog. In der That erhielt ich auch dadurch weit übereinstimmendere Resultate; allein dennoch waren die Schwankungen zu grofs, als dafs ich bei dieser ersten Verbesserung hätte stehen bleiben können [1]). Es ist mir nicht eher gelungen beinahe übereinstimmende Versuche zu erhalten, als bis ich die mit einem Maximum-Absorptionsvermögen begabte Kienrufsoberfläche durch eine Oberfläche von weit geringerem Absorptionsvermögen ersetzte, und die Hülle nicht mehr auf 0° hielt, sondern ungefähr einen Grad über die Temperatur der äufseren Luft.

Ich will jetzt nicht den Apparat beschreiben, bei dem ich stehen blieb. Das Wenige, was ich über die Erkaltungsmethode gesagt habe, wird zeigen, dafs dieselbe, so wie sie bisher angewandt worden, grofse Unsicherheiten darbietet, und deshalb nicht gebraucht werden kann, um eine Reihe fundamentaler Thatsachen festzustellen, um ein so wichtiges Gesetz, wie das Dulong-Petit'sche über die specifische Wärme der einfachen

1) Es ist leicht sich zu überzeugen, dafs die Anwesenheit von Feuchtigkeit einen grofsen Einflufs auf die Schwankungen der Erkaltungszeit ausübt. Dazu braucht man nur die Luft, ohne sie zu trocknen, mehrmals hinter einander in dem Gefäfse zu erneuen, und darauf die Beobachtungen anzustellen. Die Erkaltungszeit kann vom Einfachen auf's Doppelte steigen, wovon ich mich durch Erfahrung überzeugt habe.

Körper zu erweisen. Aufser den allgemeinen, vorauszusehenden Ursachen zu Fehlern giebt es andere, deren Daseyn bei jedem einzelnen Versuche nachzuweisen unmöglich ist. Uebrigens ist zu bedauern, dafs Dulong und Petit uns so wenig Details über ihre Versuche mitgetheilt haben; allein ich stehe nicht an, die Meinung auszusprechen, dafs die Unterschiede, die man zwischen einigen der Dulong-Petit'schen Resultate und den meinigen wird bemerken können, von den Unsicherheiten der nach der Erkaltungsmethode angestellten Beobachtungen herrühren.

Die Mengungsmethode enthält keine *Petitio principii*; sie ist direct, allein sie verlangt in ihrer Anwendung eine Menge kleiner Vorsichtsmafsregeln, ohne welche sie sehr irrige Resultate liefert. Sie hat das Unbequeme, nicht so gut auf alle Substanzen anwendbar zu seyn. Für Substanzen, die man in pafslicher Form erhalten kann, die überdiefs gute Wärmeleiter sind, lassen sich durch die Erkaltungsmethode äufserst genaue Resultate erhalten; schwieriger wird der Versuch mit schlecht leitenden Körpern, und am schwierigsten mit solchen, die nicht zusammenhängend, sondern nur pulverförmig zu erhalten sind.

Ich will nun kurz das Verfahren bei meinen Versuchen beschreiben. Die zu untersuchende Substanz wurde, als mehr oder weniger grofse Stücke, in ein Körbchen von sehr feinem Messingdraht gelegt, dessen Gewicht immer nur einen sehr kleinen Bruch von dem Gewicht jener Substanz ausmachte [1]). Das Körbchen trägt in seiner Axe einen kleinen Cylinder von Drahtnetz, in welchem, während die Substanz erhitzt wird, der Behälter eines Thermometers steht. Um die Sub-

1) Diese Körbchen kann man ohne Mühe so leicht als man nur will erhalten, wenn man sie aus irgend einem Drahtnetz verfertigen und dann in Salpetersäure liegen läfst, so lange, bis sie nicht mehr als das gewünschte Gewicht haben.

stanz auf die gehörige Temperatur zu bringen, hängt man das Körbchen an Seidenfäden in einer durch Wasserdampf geheizten Darre (*étuve*) auf, die man Taf. I Fig. 9 abgebildet findet.

Diese Darre besteht aus drei concentrischen Hüllen von Weifsblech. In der Hülle der Mitte *A* hängt das Körbchen mit der zu erhitzenden Substanz; der Behälter eines grofsen Thermometers nimmt die mittliche Lücke des Körbchens ein. In dem ringförmigen Raum *B* läfst man beständig einen Strom Wasserdampf herumkreisen, der von dem Dampfkessel *V* geliefert wird. Beim Austritt aus dem Apparat geht der Dampf durch das gerade Rohr *T* in ein Schlangenrohr *S*, wo er sich verdichtet. Die dritte Hülle *C* verrichtet den Dienst einer Muff von Luft, um die Hülle *B* vor dem Erkalten durch die äufsere Luft zu schützen.

Der innere Cylinder ist an der oberen Grundfläche verschlossen durch einen Stöpsel *b* von Weifsblech und durch diesen geht der Stiel des Thermometers, das die von der Substanz erlangte Temperatur angeben soll. Die untere Grundfläche dieses Cylinders ist durch eine hohle Kappe (*registre*) von Weifsblech *R*, von der Dicke der Hülle *C* verschlossen.

Der mehrwandige Ofen wird, in einer Höhe von vier Decimetern über dem Boden, von einem knieförmigen Gefäfse *D* aus Weifsblech getragen, in welchem man Wasser auf die äufsere Temperatur erhält, und dieses so oft man will erneuern kann. Diese Einrichtung ist getroffen, damit das kleine Gefäfs, in welchem das Gemenge gemacht werden soll, keine Wärme durch die Strahlung des oberen Ofens oder des Dampfkessels empfangen könne. Dieses hohle Gestell hat, unter dem inneren Cylinder *A*, ein cylindrisches Loch, welches während der Erhitzung der Substanz verschlossen gehalten wird, mittelst einer zweiten Kappe *R'*, die mit der früheren *R* eine gemeinschaftliche Handhabe *m* besitzt, so

dafs man beide in einem Zuge abziehen und dadurch die Grundfläche des Cylinders *A* öffnen kann.

Das Gefäfs *H*, in welchem das Mengen der Substanz mit dem Wasser geschieht, ist aus höchst dünnem Messingblech angefertigt; es wird gehalten von zwei gekreuzten Seidenfäden, die ihrerseits befestigt sind an einem kleinen Holzschlitten, der sich in einer Fuge bewegt. In dem Wasser des kleinen Kühlgefäfses steht ein Thermometer, etwa ein Centimeter von der Wand entfernt. Der aus sehr dünnem Glase bestehende Behälter dieses Thermometers nimmt die ganze Höhe des Wassers im Gefäfse ein; er hat wenigstens drei Millimeter im Durchmesser, so dafs sich das Temperatur-Gleichgewicht mit dem äufseren Wasser in einigen Augenblicken herstellt. Diefs Thermometer ist so empfindlich, dafs ein Centigrad mehr als funfzehn Abtheilungen der willkührlichen Skale einnimmt. Man beobachtet mittelst eines Fernrohrs, das mit der optischen Axe horizontal liegt und sich längs eines getheilten senkrechten Maafsstabes bewegt, was erlaubt, die Theile der Skale mit Genauigkeit in zehn gleiche Theile zu theilen [1]).

Das Wasser, welches man für jeden Versuch in das Kühlgefäfs bringt, wird in einer Flasche mit engem Halse abgemessen; es hat ein solches Volum, dafs es, nach Eintauchung der Substanz in das Kühlgefäfs, dieses sehr nahe gänzlich füllt. Bei jeder Messung nimmt man die Temperatur des Wassers; dadurch kann man, mit Zuziehung einer Tafel, das Gewicht des bei jedem Versuch angewandten Wassers sehr genau erfahren. Man hat sich versichert, dafs wenn man die Flasche in das Gefäfs entleerte und der Maafsflasche dieselbe Anzahl von Stöfsen gab, das Gewicht des Wassers, das sich fast auf 500 Grm. belief, bei mehren hinter einander gemachten Messungen nicht mehr als um einige Centigramme schwankte.

1) Die zu diesen Versuchen angewandten Thermometer waren von mir selbst graduirt und ihr Kaliber auf's Sorgfältigste verificirt.

Diefs gesetzt, war nun das Verfahren wie folgt:

Der Korb, beladen mit der Substanz und in seiner centralen Lücke den Thermometerbehälter einschliefsend, wurde in der Mitte der Darre aufgehängt und diese mittelst Wasserdampf geheizt. Anfangs steigt die Temperatur rasch; allein es bedarf einer ungemein langen Zeit, um das Thermometer auf ein beinahe stationäres Maximum zu bringen. Diefs Maximum erreicht niemals die Temperatur des Dampfs; immer bleibt es 1 bis 2 Grad darunter. Nach Verlauf von etwa zwei Stunden steigt das Thermometer nicht mehr merklich. Man unterhält die Operation wenigstens eine Stunde lang, um recht sicher zu seyn, dafs die Substanz in ihrer ganzen Masse die vom Thermometer angezeigte Temperatur angenommen habe. Letzteres darf während dieser ganzen Stunde nicht um die Hälfte einer seiner Abtheilungen, d. h. nicht um 0,1 Centigrad schwanken, sonst mufs man die Operation noch verlängern. Die äufserst langsame Erwärmung, welche die Substanz in diesem Apparat erfährt, verbürgt die Genauigkeit des Verfahrens.

Man bringt nun das Wasser in das Gefäfs, beobachtet seine Temperatur mittelst des Fernrohrs und zeichnet auch die Temperatur der äufseren Luft auf, die von einem neben dem Kühlgefäfs aufgestellten sehr empfindlichen Thermometer angegeben wird.

Man schiebt den kleinen Schlitten unmittelbar unter den Raum A; die Darre und ihr Gestell haben Ausschnitte e, welche den Stiel des Thermometers durchlassen. Man zieht die Kappen ab und läfst das Körbchen in das Wasser fallen. Man hakt den Korb ab, schiebt den Schlitten wieder vor das Fernrohr, und beobachtet den Gang des Thermometers, während ein Gehülfe von weitem das Körbchen beständig im Wasser herumführt.

Das Maximum tritt in sehr kurzer Zeit ein; wenn die Substanz kein sehr schlechter Wärmeleiter ist, reichen ein oder zwei Minuten hin. Das Herablassen des

Körbchens aus der Darre in das Wasser des Kühlgefäfses geschieht in wenigstens einer halben Secunde; mithin kann auf dem Wege, der überdiefs zum grofsen Theil in einem erhitzten Raume liegt, kein merklicher Wärmeverlust stattfinden. Das Wasser des Kühlgefäfses war vorher gewöhnlich 1° bis 2° C. unter der Temperatur der äufseren Luft, am Ende des Versuchs dagegen 1° bis 2° darüber. Um in Rechnung zu ziehen, welchen Verlust oder Gewinn an Wärme das Wasser des Kühlgefäfses während der Zeit des Versuches erfahren habe, theilte man diese Zeit in zwei Perioden. Die erste Periode, begriffen zwischen der Beobachtung der anfänglichen Temperatur und der Rückkehr des Gefäfses vor dem Fernrohr, wurde auf 30 Secunden geschätzt. Man setzte voraus, dafs das Wasser während dieser Zeit seine ursprüngliche Temperatur behielt. Die zweite Periode begann mit der Rückkehr des Schlittens und ging bis zur Beobachtung des Maximums. Dieser Zeitraum wurde gefunden, indem man jene 30 Secunden abzog von der durch einen Zähler angegebenen gesammten Zeit, die zwischen den Beobachtungen der Temperatur zu Anfange und der zu Ende begriffen war. Man nahm an, dafs während des ersten Viertels dieser zweiten Periode das Wasser die äufsere Temperatur hatte, und deshalb weder Wärme verlor noch gewann, dafs es ferner während der drei letzten Viertel dieser Zeit die Temperatur des Maximums besafs. Der kleine Bruchwerth vom Grad (er stieg nie über 3 bis 4 Hundertel), den man der beobachteten Temperaturdifferenz hinzufügen oder abziehen mufste, um die Erkaltung oder Erwärmung des Wassers im Gefäfse durch die äufsere Luft in Rechnung zu ziehen, wurde mittelst einer kleinen Interpolationsformel erhalten, die nach directen Versuchen über das Erkalten des Wassers, unter genau denselben Umständen wie bei den Hauptversuchen, entworfen war. Der Wärmegewinn des Wassers während der ersten Periode, wo

es sich unterhalb der äufseren Temperatur befand, wurde abgezogen von dem Wärmeverlust, den es in der zweiten Periode vermöge seines Temperatur-Ueberschusses erlitt. Der Unterschied gab die Berichtigung, die man der beobachteten Temperatur-Erhöhung hinzuzufügen hatte [1]).

Ich habe bisher vorausgesetzt, dafs die auf ihre specifische Wärme zu untersuchende Substanz in Stücken von einiger Gröfse zu erhalten sey; sehr häufig ist diefs aber nicht der Fall.

Ist sie flüssig, so thut man sie in Röhren von sehr dünnem Glase und etwa 15 Millim. Durchmesser, die man darauf an beiden Enden verschliefst. Diese Röhren müssen fast gänzlich gefüllt seyn, bis auf einen Raum, der zur Ausdehnung der Flüssigkeit erforderlich ist. Sie werden in das Körbchen gebracht, und man verfährt wie gewöhnlich. Das Temperatur-Maximum stellt sich im Kühlgefäfse etwas später ein, doch immer nach Verlauf von drei Minuten. Das Glas dieser Röhren, dessen specifische Wärme sorgfältig beobachtet worden, wird bei der Berechnung berücksichtigt.

Ist die Substanz pulverförmig, wie bei den meisten Metallen und Metalloxyden, so gelingt es oft ihr etwas Zusammenhalt zu geben, indem man sie mit Wasser anfeuchtet, Kügelchen daraus formt und abermals glüht; dann bleibt sie so zusammengesintert, dafs man mit ihr wie gewöhnlich verfahren kann. In anderen Fällen giebt man ihr Zusammenhalt durch Hammerschläge, in einem ähnlichen Cylinder, wie man in Laboratorien zum Schmieden des Platins anwendet.

Wenn alle diese Mittel nicht anschlagen, ist man

1) Directe Versuche haben mir gezeigt, dafs diese Art, den während des Versuches stattfindenden Verlust oder Gewinn an Wärme in Rechnung zu ziehen, für den von mir angewandten Apparat der zweckmäfsigste war, sobald die Zeit zwischen den Beobachtungen der Anfangs- und der End-Temperatur nicht 4 Minuten überstieg.

genöthigt, die pulverförmige Substanz in Gefäſse einzuschlieſsen; ich habe dazu kleine Messingcylinder angewandt, so dünn wie möglich, von 15 Millim. Durchmesser und 60 Millim. Höhe. In diese Cylinder stampfte ich die pulverförmige Substanz, brachte sie darauf in den Messingkorb und verfuhr wie vorhin.

Dieſs Mittel wurde nur im äuſsersten Fall angewandt, denn dadurch verliert das Verfahren viel von seiner Schärfe. Das Thermometer des Kühlgefäſses erfordert nun wegen des schlechten Leitvermögens der Substanz 10 bis 15 Minuten, um auf das Maximum zu gelangen; das Maximum, welches sich bei den gewöhnlichen Versuchen nur einige Secunden erhält, bleibt nun mehre Minuten stillstehend. Die Berechnung der specifischen Wärme wird verwickelter und dadurch ungewisser; gewisse Fehlerquellen, die bei dem gewöhnlichen Verfahren unmerklich waren, sind hier nicht mehr zu vernachlässigen. In der That ist die Substanz, wenn sie ein schlechter Wärmeleiter ist, wirklich noch nicht auf die Temperatur des umgebenden Wassers herabgekommen, wann das Thermometer das Maximum anzeigt. Das Maximum findet statt, wenn das Gefäſs, durch seine Strahlung in die Luft, genau die nämliche Wärmemenge verliert, die das Wasser von dem eingetauchten Körper, in Folge des von diesem bewahrten Temperatur-Ueberschusses, empfängt. Dieser mittlere Temperatur-Ueberschuſs, welchen der Körper im Moment der Beobachtung des Maximums besitzt, läſst sich näherungsweise berechnen.

Dazu darf man nur das Erkalten des Thermometers eine Zeit lang, z. B. 5 Minuten, verfolgen, und dieſs Erkalten vergleichen mit dem, welches in derselben Zeit stattfinden würde, wenn die eingetauchte Substanz im Gleichgewicht wäre mit der Temperatur des umgebenden Wassers. Diese letztere Erkaltung berechnet sich leicht mittelst der zuvor erwähnten Interpolationsformel. Der

Unterschied zwischen der berechneten und der beob. teten Erkaltung ist offenbar gleich der Wärmemenge, · che der Körper, vermöge seines mittleren Tempera Ueberschusses dem Wasser in derselben Zeit mitthe

Es seyen ϑ' der Bruchtheil vom Grad, um den Thermometer bei besagtem Versuch um 5 Minuten f: ϑ'' die berechnete Erkaltung in derselben Zeit, w der Körper dem Wasser keine neue Wärmemenge ı theilte; A die Masse des Wassers; dann ist $A(\vartheta''$— die Wärmemenge, welche die Substanz dem Wassei 5 Minuten abgiebt.

Bezeichnet nun τ den mittleren Ueberschufs der T peratur des Körpers über die des umgebenden Was nach Ablauf der Zeit t, gezählt vom Maximo, so hat ı nach dem Newton'schen Gesetz:

$$d\tau = m\tau dt, \text{ woraus } \log \tau = mt + const.$$

Bezeichnet τ_0 den mittleren Temperatur-Ueberscl zur Zeit des Maximums, d. h. für $t=0$, so mufs ı haben:

$$\log \tau_0 = const.$$

Daraus dann:

$$\log \frac{\tau}{\tau_0} = mt \qquad \frac{\tau}{\tau_0} = \frac{1}{e^{mt}}.$$

Bezeichnet man ferner mit M das Gewicht der S stanz, und mit C ihre genäherte specifische Wärme, wird die von ihr beim Herabsinken von τ_0 auf τ lorne Wärmemenge seyn:

$$(\tau_0 - \tau) Mc$$

oder, nach Substitution des Werthes von τ:

$$\tau_0 \left(1 - \frac{1}{e^{mt}}\right) Mc.$$

Man mufs also haben:

$$\tau_0 \left(1 - \frac{1}{e^{mt}}\right) Mc = A(\vartheta'' - \vartheta'),$$

woraus:

$$\tau_0 = \frac{A(\vartheta'' - \vartheta')}{Mc\left(1 - \frac{1}{e^{mt}}\right)}.$$

In dieser Gleichung ist nichts unbekannt als der Werth von e^{mt}. Diese Gröfse läfst sich durch einen vorläufigen Versuch bestimmen. Zu dem Ende bringt man in den kleinen Cylinder eine pulverförmige Substanz von fast gleicher Natur mit derjenigen mit welcher man sich beschäftigt, deren specifische Wärme aber an der Substanz in Stücken genau ermittelt werden konnte. Man macht den gewöhnlichen Versuch zur Bestimmung der Wärmecapacität, und verfolgt darauf das Erkalten des Thermometers 5 Minuten lang von der Beobachtung des Maximums ab. Der Werth dieser Capacität, berechnet aus der Temperaturerhöhung des Wassers im Moment des Maximums, giebt durch Vergleich mit der wahren specifischen Wärme der Substanz das Mittel zur Berechnung des Temperatur-Ueberschusses τ_0, welchen die in die Cylinder gebrachte Substanz über das umgebende Wasser im Moment der Beobachtung des Maximums behielt. Setzt man:

$$\tau'_0 = \frac{A(\vartheta'' - \vartheta')}{Mc\left(1 - \frac{1}{e^{mt}}\right)}.$$

so hat man eine Relation, in der Alles bekannt ist bis auf e^{mt}, welches sich dadurch berechnen läfst, und bei allen analogen Versuchen dasselbe bleibt.

Kennt man den Temperatur-Ueberschufs τ_0, welchen der Körper zur Zeit des Maximums über das umgebende Wasser besitzt, so mufs man ihn der Endtemperatur des Wassers hinzufügen, um die Temperatur zu haben, auf welche der Körper im Moment der Beobachtung der Maximum-Temperatur des Wassers gelangt ist. Diese berichtigte Temperatur hat man dann in die Berechnung der specifischen Wärme einzuführen.

Die eben auseinandergesetzte Rechnung ist nicht streng; allein für unseren Zweck, die ziemlich kleinen Berichtigungen zu ermitteln, reicht sie hin. Ein beträchtlicher Fehler in dem Werth dieser Berichtigungen würde nur wenig Einfluſs auf das gesammte Resultat ausüben.

Eine Berichtigung derselben Art müſste in dem Fall gemacht werden, wo man eine in Glasröhren eingeschlossene Flüssigkeit zum Versuche nähme; allein die Erfahrung zeigt, daſs sie in diesem Fall sehr klein ist, und vernachlässigt werden kann.

Bei dem Versuch der Bestimmung der specifischen Wärme selbst erkennt man leicht, ob der eingetauchte Körper zur Zeit der Beobachtung des Maximums nahezu mit dem umgebenden Wasser im Temperatur-Gleichgewicht sey. Wenn dieſs der Fall ist, stellt sich nämlich das Maximum schnell ein und dauert nur einige Augenblicke. Hat dagegen der Körper einen Temperatur-Ueberschuſs behalten, so tritt das Maximum erst nach weit längerer Zeit ein und bleibt mehre Minuten lang stillstehend.

Alle Substanzen, die in derben Massen erhalten und zu erbsengroſsen Stücken zerstoſsen werden können, haben mir bei dem Versuch keine recht merklichen Unterschiede im Leitungsvermögen dargeboten, d. h. bei allen diesen Substanzen stellte sich das Maximum der Temperatur des Wassers in fast derselben Zeit ein, und verweilte nur einige Augenblicke. Nicht so ist es mit den Substanzen, die im Moment ihrer Gestarrung krystallisiren, wie das besonders mit dem Schwefel der Fall ist. Substanzen dieser Art werden sehr schlechte Wärmeleiter, weil sich zwischen den einzelnen Kryställchen eine Unzahl leerer Räume bildet, und die genaue Bestimmung ihrer Wärmecapacität bietet daher groſse Schwierigkeiten dar.

Ich habe auch die Mengungsmethode zur Bestimmung der specifischen Wärme von in Wasser löslichen

Substanzen angewandt, und dazu das Wasser des Kühlgefäfses ersetzt durch Terpenthinöl, dessen specifische Wärme zuvor durch Versuche bei 5° bis 15° C. bestimmt worden war. Ich habe auch eine Reihe Beobachtungen über das Erkalten dieses Oels in dem Gefäfse gemacht, um dessen Verlust oder Gewinn an Wärme bei jedem Versuch in Rechnung ziehen zu können.

Die Anwendung des Terpenthinöls bietet übrigens keine besonderen Schwierigkeiten dar; wegen der Dünnflüssigkeit desselben stellt sich, sobald man es nur fortwährend umschüttelt, das Temperatur-Gleichgewicht rasch her. Nur der Wärmeverlust durch Strahlung in die Luft ist bei dem Oele, wegen seiner geringeren Wärmecapacität, gröfser als beim Wasser.

Mit Erfolg bediente ich mich auch des Terpenthinöls zur Bestimmung der specifischen Wärme solcher Körper, die ich mir nur in kleinen Mengen verschaffen konnte. Da die specifische Wärme dieses Oels nur 0,43 von der des Wassers ist, so ist die von einer gleichen Menge Substanz erzeugte Temperatur-Erhöhung fast drittehalb Mal stärker beim Oele als bei einem gleichen Gewichte Wasser.

Da das Terpenthinöl oft der Luft ausgesetzt ward, so stand zu fürchten, dafs es eine merkbare Umwandlung und demzufolge eine Aenderung in seiner specifischen Wärme erleiden würde. Ich hatte die Sorgfalt, mich von Zeit zu Zeit zu versichern, dafs es keine Umwandlung erlitten hatte, indem ich die specifische Wärme einer und derselben Menge Kupfer, die eigends dazu aufbewahrt worden, mit dem Oele bestimmte. Die nämliche Flasche Oel diente mir nur während drei Wochen, und während dieses Zeitraums gewahrte ich keine merkliche Veränderung in seiner specifischen Wärme. Uebrigens traf ich die Vorsicht, es so wenig wie möglich der Luft auszusetzen.

Nachdem ich das von mir zur Bestimmung der spe-

cifischen Wärme der Körper nach der Mengungs-Methode befolgte Verfahren ausführlich beschrieben habe, will ich einige zur Berechnung der Versuche nöthigen Zahlen mittheilen.

Gewicht des Messinggefäfses 55,15 Grm.; Werth in Wasser: 5,18 Grm., nach der durch meine Versuche gegebenen specifischen Wärme des Messings: 0,0939.

Das Quecksilber im Thermometer wiegt 7,62 Grm.; Werth in Wasser		0,251
Gewicht des Glasbehälters 0,77	1,27 Grm.; in	
- - klein. Stielstück 0,50	Wasser	0,265
Wasserwerth des eingetauchten Theils vom Therm.		0,516

Um folglich die vom Gefäfse und vom eingetauchten Theil des Thermometers aufgenommene Wärmemenge in Rechnung zu ziehen, mufs man bei jedem Versuch zum Gewicht das in das Gefäfs gebrachte Wasser hinzufügen: 5,70 Grm.

Der kleinen Messingkörbe habe ich mehre angewandt; ihren Werth in Wasser giebt folgende Tafel:

Korb *A*	1grm.,284	Korb *E*	0grm.,848
- *B*	0 ,913	- *F*	0 ,705
- *C*	1 ,722	- *G*	0 ,595
- *D*	1 ,555	- *H*	0 ,258.

Bei Kenntnifs der specifischen Wärme des Messings kann man aus dem Gewichte der Körbe die Wasserwerthe derselben berechnen. Man erhält aber dadurch etwas zu grofse Zahlen; denn da diese Körbe von sehr dünnen und isolirten Drähten gebildet sind, so bieten sie eine grofse Oberfläche dar, und erleiden während des Herablassens einen sehr beträchtlichen Wärmeverlust. Ich hielt es für genauer den Wasserwerth der Körbe durch directe Versuche zu bestimmen. Diese Versuche wurden mit dem Korbe *B* gemacht. Zu dem Ende brachte ich in diesen Korb successiv 10 Grm., 20 Grm., 30 Grm. Blei und machte den Versuch zur Bestimmung der specifischen Wärme. Da die des Bleies

bekannt war, so liefs sich der Einflufs des Korbes leicht bestimmen. So fand ich, als Mittel aus mehren übereinstimmenden Versuchen, 0,913 für den Wasserwerth des Korbes *B*. Die Rechnung gab 1,147.

Für die anderen Körbe habe ich mich begnügt, die berechneten Werthe nach diesem Verhältnifs zu verringern. Es ist gut zu bemerken, dafs der Korb immer nur ein sehr kleiner Bruchtheil der gesammten Materie war.

Die Formel für die Erkaltung des Wassers ist:

$$\Delta\vartheta = 0^{\circ},0001386 \,.\, \vartheta,$$

worin ϑ der Temperatur-Ueberschufs und $\Delta\vartheta$ der Wärmeverlust während einer Secunde. Der gesammte Verlust war erhalten durch Multiplication von $\Delta\vartheta$ mit der Zahl von Secunden, während welcher die Erkaltung stattfand.

Für das Terpenthinöl ist die Formel:

$$\Delta\vartheta = 0^{\circ},0002075 \,.\, \vartheta.$$

Diese Formeln stimmen mit einer directen Reihe von Beobachtungen über das Erkalten des Wassers und des Terpenthinöls, wobei der kleine Korb fortwährend in der Flüssigkeit herumgeschwenkt wurde.

Ich schreite nun zum Detail meiner Versuche, und beginne, die specifische Wärme einiger Substanzen zu geben, deren Kenntnifs uns nöthig ist, da unsere Apparate aus ihnen bestehen. Ich meine Messing, Glas und Terpenthinöl.

Ich werde immer bezeichnen: durch *M* das Gewicht der Substanz, und daneben, in Parenthese, den Korb, in welchem die Substanz enthalten war, durch seinen Buchstaben; — durch *T* die vom Thermometer der Darre angegebene stationäre Temperatur; — durch *A* das bei jedem Versuche angewandte Gewicht Wasser (etwa 462,5 Grm.) worin jedoch die 5,70 Grm., der Wasserwerth des Gefäfses und Thermometers, nicht mitbegriffen sind; — durch *Es* das Gewicht des Terpenthinöls,

wenn der Versuch mit diesem angestellt worden; durch ϑ die endliche Maximumtemperatur des Wasse durch ϑ' die Temperatur der äufseren Luft und dur $\Delta\vartheta$ den erzeugten Temperatur-Anwuchs; — endlich dur t den Zeitraum von der Beobachtung der anfänglich Temperatur bis zu der der Maximum-Temperatur.

Messing.

Das zur Bestimmung der specifischen Wärme an wandte Messing erwiefs sich durch Analyse folgend mafsen zusammengesetzt: Kupfer 71, Zink 27,6, Blei 1 Zinn, Spur (Summe 99,9).

Zwei Versuche gaben folgende Zahlen:

Das Gewicht des Messingkorbes ist, aber nur diesen beiden Versuchen, mit in den Werth von M l griffen.

	I.	II.
$M+D$	320,75 Grm.	320,75 Grm.
T	98°,27	97°,95
A	462,41 Grm.	462,41 Grm.
ϑ	13°,80	14°,46
ϑ'	11°,35	12°,42
$\Delta\vartheta$	5°,376	5°,343
t	1′ 45″	1′ 45″
Specifische Wärme	0,09404	0,09378
Mittel	0,09391	

Glas.

Das Glas, dessen specifische Wärme ich bestimn kam von denselben Röhren, in die ich die zu den V suchen genommenen Flüssigkeiten einschlofs. Ich ha damit nur einen einzigen Versuch gemacht, dessen I sultate folgende sind:

$M(B)$	77,37 Grm.
T	98°,73
A	462,32 Grm.
ϑ	13°,66
ϑ'	11°,32
$\Delta\vartheta$	2°,930
t	1′ 45″
Specifische Wärme	=0,19768.

Terpenthinöl.

Da das Terpenthinöl statt des Wassers zur Auffangung der von den erhitzten Substanzen abgegebenen Wärme angewandt wurde, so mufste man seine specifische Wärme zwischen den Temperaturgränzen, welche die Versuche erreichen sollten, genau kennen. Um diese Bedingung auf eine sichere Weise zu erfüllen, bestimmte ich die Wärmecapacität dieses Oels unter denselben Umständen, unter denen es gebraucht werden sollte. Zu dem Ende that ich die gewöhnliche Quantität Terpenthinöl in das Messinggefäfs und beobachtete die Temperatursteigerung, erzeugt durch Eintauchung einer gewogenen und im Ofen erhitzten Menge von Kupfermetall, dessen specifische Wärme sehr sorgfältig mittelst Wasser bestimmt worden; diefs reichte hin die Wärmecapacität des Oels zu berechnen.

Für die Wärmecapacität des Kupfers nahm ich die Zahl 0,09515, welche das Mittel aus meinen Versuchen ist [1]).

	I.	II.	III.	IV.	V.
$M(F)$	170g,52	170g,52	100g,07	141g,85	141g,85
T	97°,67	97°,63	97°,54	98°,17	98°,11
Es	420g,56	420g,56	420g,56	419g,84	420g,13
ϑ	15°,26	15°,59	12°,73	16°,27	15°,09
ϑ'	9°,75	9°,89	10°,05	13°,27	11°,81
$\Delta\vartheta$	7°,407	7°,432	4°,727	6°,275	6°,350
t	2′ 10″	2′	1′ 45″	1′ 30″	1′ 45
Spec. Wärme	0,42988	0,42667	0,42089	0,42745	0,42476

Mittel 0,42593.

1) S. die Fortsetzung dieses Aufsatzes im nächsten Heft.

Versuch I, II, III wurden mit frischem Oel ange-
stellt, zum Versuch IV diente eins, das 14 Tage lang
gebraucht worden, und zu V dasselbe Oel nach drei-
wöchentlichem Gebrauch.

Wasser.

Ich wollte mein Verfahren auf eine entscheidende
Probe stellen, indem ich die specifische Wärme des Was-
sers nahm. Wir setzen diese specifische Wärme zwi-
schen 0° und 20°, d. h. zwischen den Temperaturgrän-
zen, von welchen das Wasser bei unseren Versuchen im-
mer eingeschlossen bleibt, gleich 1000. Bliebe die Wär-
mecapacität des Wassers bis zu dessen Siedpunkt con-
stant, so müfsten wir für dieselbe bei directer Bestim-
mung durch den Versuch immer 1000 finden, falls un-
ser Verfahren strenge ist. Dagegen wird der Versuch
eine etwas gröfsere Zahl als 1000 ergeben müssen, wenn
die specifische Wärme des Wassers, wie die aller star-
ren und flüssigen Körper, die man bisher untersucht hat
mit der Temperatur zunimmt.

Zwei Versuche haben mir nun gegeben:

	I.	II.
M (B)	$32^{g},330$	$32^{g},330$
Glas	$20^{g},765$	$20^{g},765$
T	97°,63	98°,11
A	$462^{g},41$	$462^{g},39$
ϑ	14°,85	16°,42
ϑ'	12°,41	14°,24
$\Delta\vartheta$	6°,583	6°,525
t	5′ 30″	5′
Specifische Wärme	1,00709	1,00890.

Man sieht, diese Zahlen sind etwas stärker als 1000
was beweist, dafs die Wärmecapacität des Wassers m
der Temperatur zunimmt. Beide Versuche zeigen zu
gleich auf eine ganz offenkundige Weise, dafs das b

folgte Verfahren nur äufserst geringe Fehler mit sich führen kann.

(Schlufs im nächsten Heft.)

III. *Untersuchungen über die strahlende Wärme; von Hrn. Melloni.*

(Ein Schreiben desselben an Hrn. Arago. *Compt. rend. T. X p.* 826.)

Ich fahre fort, mich mit der Diffusion zu beschäftigen, welche die strahlende Wärme an der Oberfläche matter diathermaner Körper erleidet. Es ist eine Gruppe sehr interessanter Thatsachen, wo mir scheint die erste Anzeige jenes geheimnifsvollen Bandes durchzublicken, welches die Erscheinungen der Erwärmung, der Wärmecapacität und der Wärmeleitung mit der unmittelbaren Transmission, der Reflexion, kurz allen Phänomenen der Wärme im strahlenden Zustande, umschlingt. Um sogleich auf die Anwendungen zu kommen, erinnere ich an die Versuche, aus welchen wir, Hr. Biot und ich, die Folgerung gezogen, dafs die verschiedenen Wärmestrahlen an *polirten* Oberflächen diathermaner Substanzen eine gleiche Reflexion erleiden. Nun beweisen die in meinem letzten Briefe angeführten Thatsachen, dafs die Wärmediffusion dieser selben Mittel, in unpolirtem Zustande, sehr verschieden ist, je nachdem man diese oder jene Wärmeart anwendet, und dafs diese Diffusionsunterschiede einigermafsen compensirt werden durch umgekehrte Unterschiede in der Transmission und Absorption. Darf man nicht daraus schliefsen, dafs das Phänomen der Diffussion keineswegs, wie noch mehre Physiker glauben, von einer Reflexion herrührt, die an den verschieden geneigten spiegelnden Elementen einer matten Oberflä-

che nach allen Seiten hin geschieht; und ist nicht diese neue Betrachtung ein Grund mehr zu Gunsten der von Ihnen schon seit einiger Zeit angenommenen Meinung über die Ursache, welche die Gegenstände durch die Wirkung des Lichtes wahrnehmbar macht, einer Meinung, die Sie durch so sinnreiche Versuche über die Polarisation der von erleuchteten Körpern ausgesandten Strahlen unterstützt haben.

Schreiten wir zu einer anderen Aufgabe, die Ihre und der Academie Aufmerksamkeit mehrmals beschäftigt hat. Die zahlreichen Messungen, die ich bei meiner Arbeit über die Wärmepolarisation nehmen mufste, haben mich innig überzeugt, dafs alle Wärmestrahlen, die ein System von Blättern unter gegebener Neigung durchdringen, in nahe gleichen Verhältnissen polarisirt werden. Als Hr. Forbes angab, jeder Wärmestrahl habe einen besonderen Polarisationsindex, so dafs der Unterschied von einem Index zum andern auf das Mehrfache seines Werthes steigen könne, glaubte ich ganz natürlich, dafs sich in die Einrichtung seiner Polarisations-Apparate ein Fehler eingeschlichen habe; auch wiefs ich ihm zwei störende Ursachen nach, welche die Gleichheit der Indices aufzuheben trachten, nämlich die Ungleichheit in der Schiefe der Strahlen gegen die Blätter und die Verschiedenheit in der Erwärmung der Säulen, die mehr oder weniger absorbirbaren Wärmearten ausgesetzt waren. Hr. Forbes wiederholte seine Versuche mit Vermeidung dieser Fehlerquellen, und gelangte dadurch zu Resultaten, etwas verschieden von den ersten; allein immer fand er in den von seinen Säulen unter gleichem Einfall polarisirten Wärmemengen grofse Abweichungen.

»Der einzige wichtige Punkt, sagt er, in welchem ich von Hrn. Melloni noch abweiche, betrifft die ungleiche Polarisirbarkeit der aus verschiedenen Quellen herstammenden Wärme. Er fand in dieser Hinsicht keine Verschiedenheit, ich dagegen, dafs die Wärme aus ei-

ner Quelle von niedriger Temperatur weniger polarisirt wird als die von Licht begleitete: dieser Satz ist richtig, ich behaupte es [1]).«

Man sieht, die Frage ist deutlich hingestellt, nur bedaure ich, daſs sie auf eine so schroffe Weise beantwortet ist. Hr. Forbes bleibt dabei nicht stehen. Nachdem er sich seiner Ansicht gemäſs entscheidend ausgesprochen, will er *beweisen* [2]), daſs die Ursache unserer Nichtübereinstimmung von einer ungleichen Dicke der angewandten Säulen herrühre. Meine waren nämlich gebildet aus dünnen, von Einem Stück Glimmer abgelösten Blättchen, die, ohne sich berühren zu können, mittelst Etwas an ihrem Rande befestigten Wachses sorgfältig über einander gelegt waren; seine dagegen waren aus einer einzigen schon sehr dünnen Platte Glimmer gefertigt, indem diese schnell in eine hohe Temperatur gebracht wurde, wo sie sich dann in eine unbestimmte Anzahl mehr oder weniger dicker, mehr oder weniger von einander abgelöster, mehr oder weniger glänzender oder polirter Blättchen zertheilte. Ich bekenne frei, daſs die *Beweise* des Hrn. Forbes mir nicht ganz entscheidend schienen; denn ich konnte nicht mit ihm annehmen, daſs die Wärme aus verschiedenen Quellen beim Durchgehen durch meine Polarisations-Apparate einen gleichförmigen Charakter annehme. In der That sind die Strahlen, die von meinen Säulen aus 15 bis 20 Plättchen austreten, *so weit von der Gleichförmigkeit entfernt*, daſs einige eine dicke Glasplatte ohne Schwächung durchdringen, beim Durchgange durch polarisirende Platten gewisser Turmaline eine totale Absorption des ordentlichen Bündels erleiden, und von schwarzen Flächen zwei bis drei Mal stärker absorbirt werden als von weiſsen Flächen, — während andere Strahlen, von denselben Säulen durchgelassen, durch

1) *Compt. rend.* 1838, *I*, *p*. 705. Ann. Bd. XXXXV S. 64.

2) *Ibid. p*. 706.

ein halbes Millimeter Glas, Wasser oder Alaun vollständig aufgefangen werden und eine gleichmäfsige Absorption erleiden, sowohl in Bezug auf die beiden Bündel, das ordentliche und aufserordentliche, worin sie durch die doppeltbrechende Wirkung von Turmalinplatten zerfallen, als auch in ihrer Gesammtheit, vermöge der auffangenden Kraft, die sich an der Oberfläche schwarzer und weifser Körper entwickelt. Hr. Forbes behauptet, meine Säulen *seyen bis vielleicht zwanzig* Mal dicker als die seinigen; was mich betrifft, so kann ich das sehr veränderliche Dickenverhältnifs unserer Polarisationsapparate nicht genau angeben; allein ich mufs doch bemerken, dafs ich oft Pakete von drei Blättchen angewandt habe, die eine *unangebbare* Dicke hatten, fast so dünn wie die farbigen Blättchen waren. Es scheint mir wenig wahrscheinlich, dafs Hrn. Forbes Säulen aus complexen Blättchen dünner gewesen seyn sollten.

Anlangend die Versuche, aus denen die Unveränderlichkeit des Index hervorgeht, so könnten sie in meinen Augen genauer und entscheidender seyn. Nachdem ich von dem Wärmeeffect, den man erhält, wenn man eine Quelle von niederer Temperatur durch zwei Säulen mit parallel gestellten Refractionsebenen durchstrahlen läfst, das Maximum beobachtet habe, nehme ich eine Lampe oder glühendes Platin, und schalte ich in die Bahn der immer mit ihren Refractionsebenen parallel gestellten Säulen eine oder mehre Glasplatten ein, um die ausfahrende Fluth eben so schwach zu machen als die der Quelle von niederer Temperatur, und zugleich von derjenigen Wärme, die immer der leuchtenden Strahlung irdischen Ursprungs in starken Verhältnissen beigemengt ist, den gröfsten Theil aufzufangen. Hierauf gebe ich den Refractionsebenen die normale Richtung, und finde für die eine und die andere Quelle denselben Rückgang des thermoskopischen Zeigers, d. h. dieselbe Verringerung in der Wärmemenge, die von dem System der gekreuzten Säulen durchgelassen wird. Dieser Versuch ge-

lagt mit den zartesten Säulen, bei Anwendung jeder Art von Quellen und bei Einschaltung jeder diathermanen Substanz.

Die von Hrn. Forbes aus der Dicke der Säulen und der Gleichförmigkeit der ausfahrenden Fluth abgeleiteten Einwürfe ändern also keineswegs meine Ueberzeugung von der Gleichheit der Polarisation der Wärmestrahlen. Allein ich glaube, dafs es keiner unmittelbaren Antwort darauf bedarf, weil meine Schlüsse und die ihnen zum Grunde liegenden Versuche in den *Comptes rendus* der Academie und den *Annales de chimie et de Physique* [1]) bekannt gemacht sind, und weil ich, obwohl vollkommen von dem Daseyn einer Fehlerquelle in dem Verfahren des Hrn. Forbes überzeugt, doch zur Zeit der Veröffentlichung seiner letzten Abhandlung, nichts Genaues in dieser Hinsicht anzugeben wufste. Ich müfste mich sehr irren oder die neu entdeckten Erscheinungen über die Wärmediffusion werden uns jetzt klärlich zeigen, woraus die von dem gelehrten Edinburger Professor beobachteten Abweichungen eigentlich hervorgehen.

Um seine Polarisationssäulen zu construiren, legt Hr. Forbes ein Glimmerblatt auf glühende Kohlen. Die unregelmäfsigen Blättchen, welche sich durch Wirkung des Feuers erzeugen, sind dann nicht in allen ihren Theilen glatt und spiegelnd wie die mechanisch abgelösten Blättchen, sondern an einigen Punkten schiefrig, schuppig, gestreift, d. h. befinden sich an einigen Stellen unter den günstigsten Umständen zur Diffusion. Nun wissen wir, dafs nicht alle Wärmearten diese Abänderung in gleicher Stärke erleiden, dafs matte Flächen gewisse Wärmefluthen zerstreuen, während sie andere unter Aufrechthaltung der ursprünglichen Richtung der Elementar-Fäden durchlassen. Wir wissen ferner, dafs die Erscheinung der Polarisation durch Refraction, die man am

1) S. Annal. Bd. XXXXIII S. 18 und 257.

Glase und analogen Substanzen beobachtet, vermöge der brechenden Kräfte, vereint mit den Kräften der regelmäfsigen Reflexion, geschieht. Die Strahlen, welche die schiefrigen Stellen, wo keine spiegelnde Reflexion geschieht, durchdringen, können also nur wenig oder gar nicht polarisirt seyn; sie gehen also in gleichem Verhältnifs durch Säulen mit parallelen oder winkelrechten Polarisationsebenen. Diese durchgelassene constante Wärmemenge wird der veränderlichen Menge, die von den, durch die polarisirenden Stellen der Oberfläche gegangenen Strahlen herrühren, hinzutreten und so einen *scheinbaren Polarisationsindex* geben, der geringer ist als im Fall, wo alle Wärme, welche auf die strahlenden Theile der Oberfläche fällt, zerstreut und für das in gewisser Entfernung stehende Thermoskop unmerklich wird, letzteres von den Säulen also nur die polarisirte Wärme empfängt, die von den polirten Portionen durchgelassen werden. Gerade die Quellen von niederer Temperatur sind es, welche die ohne Diffusion durch unpolirte Oberflächen gehenden Strahlen in gröfstem Verhältnifs liefern, und diefs hat zur Folge, dafs die Wärmefluthen aus diesen Quellen *weniger polarisirt* erscheinen als die von glühenden Körpern herstammenden.

Um meine Theorie auf die Probe zu stellen nahm ich zehn Glimmerblättchen von doppelter Gröfse als die, welche ich gewöhnlich zu meinen Polarisationsversuchen anwende. Ich durchschnitt sie in der Mitte, und hatte sonach zwei gleiche Reihen von zehn Elementen. Alle Blättchen der einen Reihe wurden auf beiden Seiten mit der Spitze eines Federmessers geritzt, darauf in zwei Pakete getheilt und so auf einander gelegt, dafs sie ein Paar Säulen, jede von fünf Elementen, bildeten. Auf gleiche Weise wurden die zehn Blättchen mit glatter Oberfläche zu zwei Säulen von fünf Elementen vereint. Hierauf nun liefs ich folgweise die Strahlung des auf 400° C. erhitzten Metalls, die directe Strahlung der Locatel-

ischen Lampe und die Strahlung derselben Lampe, nach Vorsetzung einer Glaslinse, durch meine beiden Systeme gehen, wobei ich jedesmal ihre Refractionsebenen, anfangs parallel, dann gegen einander senkrecht stellte, und fortwährend unter einer Neigung von 33° gegen die einfallenden Strahlen erhielt. Die folgende Tafel enthält das Resultat dieser Versuche, und zwar in den beiden ersten Spalten die Mittel aus zehn Beobachtungen, deren gröfste Abweichung nicht ein Drittelgrad betrug.

Strahlen	Glimmer-säulen	Durchlafs Brechungs-Ebenen parallel.	Durchlafs Brechungs-Ebenen winkelrecht.	Wärmemenge, verschwunden bei Rechtwinklichkeit dieser Ebenen[1].
des Metalls von 400°	geritzt	9°,15	5°,76	37
dito	polirt	9 ,20	4 ,59	50
der Lampe	geritzt	9 ,12	4 ,95	46
dito	polirt	9 ,10	4 ,55	50
der Lampe, durch d. Glaslinse	geritzt	9 ,06	4 ,62	49
dito	polirt	9 ,19 [2])	4 ,58	50

Die Säulen mithin, deren Oberflächen ihre spiegelnde Beschaffenheit zum Theil verloren hatten, gaben

1) Gegen 100 Strahlen, die im Fall des Parallelismus der Brechungsebenen durchgelassen wurden.

2) Um die fast absolute Gleichheit der in dieser Spalte enthaltenen Zahlen zu erlangen, wurde folgendermafsen verfahren. Nachdem man die mit geritzten Säulen und der wenigst intensiven (welche die letzte ist) ausfahrenden Fluth zu erhaltende Wirkung auf ihr Maximum gebracht, dadurch, dafs man sie mittelst eines Collectors oder einer Steinsalzlinse möglichst auf den thermoskopischen Körper concentrirt hatte, ersetzte man die geritzten Säulen durch polirte, und veränderte den Abstand des Collectors, bis man die nämliche Ablenkung erhielt. Diese Operation wurde wiederholt bei den geritzten Säulen selbst, wenn man mit der Wärmequelle wechselte, und dann wiederum diese Säulen gegen die polirten vertauschte.

wirklich bei den Wärmequellen von niederer Temperatur eine geringere scheinbare Polarisation als die Quellen von höherer Temperatur. Dagegen ist bei den Strahlen, welche, wie die durch Glas gegangenen der Lampe eines hohen Grades von Diffusion fähig sind, der Polarisations-Index fast gleich bei den Säulen mit geritzter und mit glänzender Oberfläche. Diese beiden Thatsachen scheinen mir hinreichend, um die angeführte Theorie in den Rang der wohl durch Erfahrung festgesetzten Wahrheiten zu stellen.

Die an unpolirten Oberflächen stattfindenden Phänomene der Dispersion, der Transmission und Absorption, Phänomene, die je nach der Quantität der Wärmestrahlen mehr oder weniger deutlich hervortreten, erfordern also ganz nothwendig, dafs die zur Messung des Polarisationsindex bestimmten Apparate aus glatten, glänzenden, von Ritzen und Furchen freien, kurz an ihrer ganzen Oberfläche regelmäfsig reflectirenden Blättchen construirt seyen. Alsdann sind die Messungen unabhängig von der Natur der Strahlen, wie man es in der That aus den drei in der Tafel angeführten Fällen ersieht.

Aus allem Vorstehenden geht hervor, dafs die von Hrn. Forbes beobachteten Unterschiede nicht von einer Variation in dem Verhältnifs der polarisirten Wärme abhängen, sondern von der *besonderen Structur seiner Säulen*, und dafs die verschiedenen Arten von strahlender Wärme, gleich den verschiedenen Arten des farbigen Lichts, *gleich polarisirbar sind und mit fast gleicher Intensität polarisirt werden, sobald man sie der Wirkung gleicher Polarisations-Apparate aussetzt.*

IV. *Bemerkungen über eine neue thermographische Methode des Hrn. Herschel und deren Anwendung auf das Sonnenspectrum; von Hrn. Melloni.*

(*Compt. rend. T. XI p.* 141.)

In ihrer letzten Sitzung hat die Academie eine Abhandlung des Hrn. Herschel erhalten, aus den *Philosoph. Transact.* von diesem Jahr (1840, *pt. I*) entnommen, und betitelt: *on the chemical action of the rays of the solar spectrum; on preparation of silver and other substances both metallic and non metallic, and on some photographic processes.* Die Noten I und III am Ende der Abhandlung enthalten die Beschreibung eines Verfahrens, um mittelst einer Art thermographischer Zeichnung das Wärmespectrum sichtbar zu machen.

Hr. Herschel nimmt ein Blatt sehr dünnen Papiers, schwärzt es auf der einen Seite, indem er es mehrmals über eine rufsende Flamme hinwegführt, spannt es dann auf einen Rahmen, benetzt die weifse Seite mit rectificirtem Alkohol, und setzt sie nun der Wirkung des Sonnenspectrums aus. Die von den Sonnenstrahlen getroffenen Punkte der benetzten Fläche trocknen eher als die andern, und zeigen sonach vorübergehend die entsprechenden Temperaturen durch das Auftreten mehr oder weniger heller Flecken an.

Durch Anwendung dieses Verfahrens auf Spectra, erzeugt durch eine Combination von Prismen und Linsen, welche den auf das Papier fallenden Strahlen eine grofse Lebhaftigkeit gab, erhielt er Thatsachen, die mir eine neue Bestätigung meiner Theorie über die Diathermansie des Glases zu liefern scheinen. Ehe ich mich hierüber weiter ausspreche, will ich mir einige kritische

Bemerkungen über das von Hrn. Herschel angewandte Mefsverfahren erlauben, hoffend, dafs der berühmte Astronom sie mir verzeihen werde, da sie von der reinsten Liebe zur Wissenschaft eingegeben wurden.

1) Wie kann man annehmen, dafs die verschiedenen Strahlen des Spectrums sämmtlich gleich absorbirt werden von der weifslichen Oberfläche des benetzten Papiers? Ist es nicht dagegen wahrscheinlich, dafs die oberen Strahlen weniger als die unteren absorbirt werden? [1]). Ich sage mehr: es ist ungemein wahrscheinlich, dafs dem wirklich so sey. In der That, untersucht man die Vertheilung der Wärme im Sonnenspectrum mittelst eines Thermometers mit geweifstem Behälter, so findet man das Maximum der Temperatur desto tiefer liegend, je heller die Farbe dieses Behälters ist. Ein geschwärztes Thermometer giebt für das Maximum die höchste Lage. Nun ist der Kienrufs die einzige Substanz, welche alle Wärmestrahlen mit gleicher Intensität absorbirt. Man hat diefs bisher nur vermuthet; allein ich habe es in einer vor Kurzem der Academie übergebenen Abhandlung zu beweisen gesucht. Das Herabsinken des Temperatur-Maximums, so wie man Thermometer von einer helleren Farbe anwendet, zeigt also, dafs bei einer nicht mit Kienrufs überzogenen Oberfläche die brechbareren Strahlen des Spectrums eine geringere Absorption erleiden als die weniger brechbaren. Die Erwärmungen der verschiedenen Stellen des zur Milchfarbe benetzten Papiers, und folglich die respectiven Mengen des verdampften Wassers und die Grade der Trockenheit, stellen also nicht die relativen Intensitäten der verschiedenen Elemente vor, die in die Zusammensetzung des Sonnenstrah-

1) Ich setze voraus, die Axe des Prismas sey horizontal, und die Oeffnung des brechenden Winkels gegen den Himmel gewandt, so dafs die Elemente der prismatischen Radiation auf dem senkrecht gestellten Papier einen desto höheren Ort einnehmen, als sie brechbarer sind.

les eingehen, und sie können also nicht als genaues Mittel zur vergleichenden Abschätzung betrachtet werden.

2) Die Wärme, welche von den Punkten des der Wärmestrahlung ausgesetzten Papiers erlangt wird, mufs sich durch Leitung nothwendig den umgebenden Punkten mittheilen, so dafs die beschleunigte Trocknung auch an gewissen, von keinem Strahl getroffenen Stellen des Papiers geschieht. Daraus folgt: 1) dafs die thermographischen Eindrücke immer gröfser seyn werden als die sie erzeugenden Strahlen; 2) dafs ein Strahlenbündel, begriffen zwischen zwei Parallellinien, und begabt mit einer abnehmenden Intensität von der einen zur anderen, nicht einen Streifen von gleicher Breite auf dem empfindlichen Papier des Hrn. Herschel's geben wird, sondern einen Raum begränzt von zwei Linien, die gegen die von den schwächeren Strahlen getroffenen Seite convergiren; 3) dafs der Eindruck, den ein Strahlenstreifen von gleicher Intensität hervorbringt, nach der Mitte hin eine stärkere Bauchung macht und sich mehr oder weniger der Kreisgestalt nähert, je nach der Stärke des Wärmebündels und dem Verhältnisse seiner beiden Hauptdimensionen. Wirklich müssen sich die der Mitte des Bündels entsprechenden Stellen des Papiers stärker erhitzen als die an den Enden, weil die letzteren in ausgedehnterer Berührung mit der kalten Umgebung stehen. Der Focus der Fortpflanzung wird also im ersten Fall intensiver seyn als im zweiten. Die geleitete Wärme wird eine mehr oder weniger grofse Entfernung erreichen, je nachdem sie von der Mitte oder den Enden ausgeht. Die Austrocknung wird denselben Gang befolgen, und der Streifen, wie gesagt, eine eiförmige oder kreisrunde Gestalt annehmen.

Hr. Herschel findet die Temperatur-Vertheilung im Sonnenspectrum analog der, welche von der Mehrzahl der mit diesem Gegenstande beschäftigt gewesenen Phy-

siker angegeben wird; nur fingen die ersten merkbaren Wärmespuren nicht am violetten Ende an, sondern zwischen dem Indigo und Blau. Diefs scheint anzuzeigen, dafs die neue thermographische Methode des Hrn. Herschel den gewöhnlichen thermometrischen an Empfindlichkeit nachsteht; denn bei Anwendung eines aus mehren Thermometern mit kleinen Behältern zusammengesetzten Apparats hat wohl Hr. Bérard ich glaube zuerst gesehen, dafs die Wärmewirkung, obwohl Null jenseits der Gränze der gröfsten Brechbarkeit, sich doch auf eine deutliche Weise mit dem Auftreten der ersten violetten Strahlen zeigt.

Was das Temperatur-Maximum betrifft, so versetzt es Hr. Herschel in den dunkeln Raum jenseits der rothen Strahlen, etwas weiter als die letzte sichtbare Gränze des Spectrums, wo unter denselben Umständen sein Vater es gefunden hatte. Sehr wahrscheinlich ist mir, dafs dieser Unterschied aus der in unserer ersten Bemerkung nachgewiesenen Ursache entspringt.

Die den Aufsatz des Hrn. Verfassers begleitende Kupfertafel zeigt, dafs die thermographische Zeichnung sich nicht als eine von zwei Parallellinien begränzte Zone darstellt; es ist eine lanzettartige Gestalt, deren gröfserer Querdurchmesser mit der Linie der höchsten Temperatur zusammenfällt. Man begreift leicht, dafs diese Abweichung der Gestalt des gebrochenen Wärmebündels von dem auf dem Papier erzeugten Eindruck nur eine unmittelbare Folge von dem in der zweiten Bemerkung entwickelten Satz der Seitenfortpflanzung ist.

Allein die merkwürdigste der von Hrn. Herschel gefundenen Thatsachen ist das Daseyn mehrer Unterbrechungen in den mindest gebrochenen Theil des Sonnen-Wärmespectrums. Diese Unterbrechungen bilden nicht sehr feine Querlinien, wie sie von Fraunhofer im Lichtspectrum entdeckt wurden, sondern sie haben eine weit gröfsere Breite, und liegen alle in dem dunkeln

Raum, der dem rothen Ende vorangeht. Die Wirkung, welche sie in dem thermographischen Bilde hervorbringen, besteht in der Isolirung zweier oder dreier weifser, fast kreisrunder Stellen, von abnehmender Intensität abwärts vom zusammenhängenden Theil.

Bemerken wir zunächst, dafs die abgerundete Figur der Flecke gröfstentheils von der geringen Breite des Spectrums herrührt, welche bei der von Hrn. Herschel getroffenen Anordnung beinahe so grofs als der scheinbare Durchmesser der Sonne war. Die mehr oder weniger ausgedehnte Fortpflanzung der Wärme von den in der Mitte und am Ende liegenden Theilen der activen Zonen trägt hiezu vielleicht auch bei.

Die Unterbrechungen der Wärmewirkung haben in keiner Weise, ich wiederhole es, irgend eine Aehnlichkeit mit den dunkeln Linien Fraunhofer's; allein sehr ähneln sie denen, die man im Sonnenspectrum beim Anschauen durch farbige Gläser bemerkt. Nun hat Hr. Herschel nicht die Substanz, welche alle Arten strahlender Wärme unterschiedlos mit gleicher Stärke durchläfst, bei seinen Versuchen angewandt, sondern eine besondere Art sehr lichtzerstreuenden Flintglases, welches, obgleich sehr klar, doch, wie fast alle übrigen farblosen Mittel, diejenige Eigenschaft besitzt, welche wir *Diathermansie* oder *Wärmefärbung* nennen, weil sie auf den Durchgang der strahlenden Wärme dieselbe Wirkung ausübt, wie ein farbiges Mittel auf das Licht.

Was würde wohl geschehen, wenn man die Sonnenstrahlen, statt mit einem Prisma aus farbloser Substanz zu brechen, durch ein Prisma von sehr gefärbtem Glase gehen liefse? Offenbar würde man ein unvollständiges Spectrum erhalten, durchzogen von dunklen Streifen, ganz ähnlich denen, die man erblickt, wenn man das normale Spectrum durch eine dicke Platte desselben gefärbten Glases gehen läfst. Das aber ist genau der Fall mit dem Wärmespectrum des Hrn. Herschel und der damit auf

dem Papier gebildeten Zeichnung. Die erzeugenden Elemente kommen von einem, in Bezug auf Wärme, aus einer *farbigen* Substanz bestehenden Prisma und bieten denselben Anblick dar. Die von dem berühmten englischen Astronomen beobachteten Unterbrechungen geben also, wie schon oben gesagt, einen neuen Beweis von der Analogie, welche zwischen den Phänomen der Diathermansie und denen der eigentlichen Färbung vorhanden ist.

Hr. Herschel stellt hierauf folgenden Satz auf. Aller Wahrscheinlichkeit nach entspringen die Flecke aus der ungleichen Absorption der von den Sonnenstrahlen durchdrungenen Mittel. Läfst man bei Seite, was aufserhalb unserer Erdkugel geschieht, so sind nur zwei Annahmen zu machen. Entweder rührt die Wirkung von der Atmosphäre oder von dem brechenden Prisma her. Um den ersten Theil des Dilemma direct anzugreifen, müfste man die Versuche in verschiedenen Höhen über dem Meer und bei verschiedenen Declinationen der Sonne wiederholen, was mir scheint noch nicht ausgeführt worden zu seyn. Was den zweiten Theil betrifft, so genügte es, mit dem Prisma und den Linsen zu wechseln, und nachzusehen, ob in der Ordnung, Stellung oder relativen Intensität wichtige Veränderungen eingetreten. Wirklich hat der Verfasser, statt des Flintglases, Kronglas genommen, und dabei beobachtet, dafs der obere Fleck fast vollständig mit dem zusammenhängenden Theil vereint ward, und die beiden andern sich bedeutend näherten und schwächten. Allein das Spectrum des Kronglasprismas war, im Vergleich mit dem vom Flintglas, so wenig ausgebreitet, dafs Hr. Herschel geneigt schien, diese Wirkung einer von der schwachen Dispersion des Kronglases herrührenden Art von Obliteration zuzuschreiben, so dafs es, nach ihm, immer ungewifs bleibt, ob es eigentlich das Prisma oder die Atmosphäre sey, welche das Phänomen der Flecke erzeugt.

Hr. H. hat nach seiner neuen Methode mehre meiner Versuche über die Sonnenwärme wiederholt. Indem er in die Bahn der prismatischen Strahlen eine Platte grünen Glases einschaltete, beobachtete, dafs der ganze zusammenhängende Theil der graphischen Zeichnung verlöscht war; allein er fand noch Anzeigen von vereinzelnten Flecken. Als er hingegen eine zwischen Parallelgläser eingeschlossene Wasserschicht dazwischen setzte, verschwanden die Flecke, und der ganze zusammenhängende Theil zeigte sich von gleicher Intensität. Ich bedauere, dafs der berühmte Astronom nicht darauf verfiel, die Beobachtungen durch Einschaltung zweier vereinigten Substanzen zu vervollkommnen; denn er würde eine der sonderbarsten Thatsachen der heutigen Lehre von der strahlenden Wärme gesehen haben, d. h. ein durchsichtiges und doch für die strahlende Wärme undurchdringliches Medium. Es ist genau die Umkehr der andern eben so merkwürdigen Thatsache von vollkommen undurchsichtigen und doch diathermanen Substanzen.

Der Versuch mit der ganz allein in die Bahn des Spectrums vom Flintglasprisma eingeschalteten Wasserschicht entscheidet nicht die Frage von der atmosphärischen Absorption, weil die Flecke nur vermöge des Verschwindens des ganzen unteren Theils der gebrochenen Strahlen erlöschen, und man hier sagen kann, noch mehr als bei dem Kronglase, dafs eine Verkürzung des Spectrums, ein Eingriff, eine Auslöschung der dunkeln und hellen Abwechslungen stattfinde. Allein es giebt ein entscheidendes Mittel zu erfahren, ob die Flecke wirklich von einer atmosphärischen Absorption oder von der Diathermansie der als Refractoren angewandten Körper herrühren, und ich bedauere, dafs Hr. Herschel nicht daran gedacht, es auszuüben. Es besteht ganz einfach darin, seinen Versuch mit einem Prisma von Steinsalz zu wiederholen, einer Substanz, die alle Arten strahlender Wärme in gleicher Stärke durchläfst. Wenn die

Flecke verschwinden, wie ich alle Ursache habe zu glauben, so würde man daraus schliefsen müssen, dafs das von Hrn. Herschel beobachtete Phänomen von der ungleichen Absorption des Flintglases herrührte. Sonst würde man es der Wirkung der Erdatmosphäre, oder vielmehr der Sonnenatmosphäre, oder endlich einem ursprünglichen Mangel gewisser Strahlen in der Wärmefluth der Sonne zuschreiben müssen.

V. *Untersuchungen über die Wärme. Vierte Reihe. Ueber die Wirkung der mechanischen Textur der Schirme auf den unmittelbaren Durchgang der strahlenden Wärme; von James D. Forbes.*

(Mitgetheilt vom Hrn. Verf. aus den *Transact. of the Roy. Soc. of Edinburgh*, *Vol. XV pt. I* [1]). Die dritte Reihe dieser Untersuchungen findet sich in dies. Annal. Bd. XXXXV S. 64 und 442.)

---

1) Am 2. Sept. 1839 theilte Hr. Arago der Pariser Academie der Wissenschaften ein Schreiben des Hrn. Melloni mit, das einige sehr interessante Versuche

1) Der Hauptinhalt des gegenwärtigen Aufsatzes wurde der K. Gesellschaft von Edinburg am 16. Dec. 1839 mit den Worten des dieser Note angehängten Memorandums mitgetheilt. Das Memorandum selbst wurde, unter mündlicher Erläuterung und Anführung von zusätzlichen Thatsachen, am 6. Jan. gelesen. Jeder im vorliegenden Aufsatz erwähnte Versuch wurde zwischen dem 12. Nov. 1839 und 4. März 1840 angestellt; seitdem habe ich keinen über diesen Gegenstand mehr gemacht. Beschäftigungen anderer Art verhinderten mich, bis jetzt (1. Mai) die Resultate dieser Versuche auszuarbeiten und die Gründe der früher angekündigten Schlüsse anzugeben. Der gegenwärtige Aufsatz, so wie er da ist, wurde dem Ausschufs am 15. Mai 1840 übergeben und unter dessen Autorität gedruckt. Folgendes ist das erwähnte Memorandum, abgedruckt aus den *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh.*

über den Durchgang der strahlenden Wärme enthält. Hr. Melloni findet, daſs Steinsalz, welches bekanntlich Strahlen aus allen bis jetzt untersuchten Quellen mit gleicher Leichtigkeit durchläſst, durch Beruſsung die Eigen-

„*Ueber die Wirkung der mechanischen Textur der Schirme auf den unmittelbaren Durchgang der strahlenden Wärme; vom Prof. Forbes.* — Am 2. Sept. 1839 theilte Hr. Arago der Academie einen Brief des Hrn. Melloni mit, der einige sehr interessante Versuche über den Durchgang der strahlenden Wärme enthält. Hr. Melloni findet, daſs Steinsalz (welches bekanntlich Strahlen aus jeder Quelle mit gleicher Leichtigkeit durchläſst) durch *Beruſsung* die Eigenschaft erlangt, Wärme von niedriger Temperatur, oder diejenige Wärme, welche von Glas, Alaun und (Hrn. Melloni zufolge) jeder andern Substanz am meisten aufgefangen wird, am leichtesten durchzulassen. Die Versuche in der dritten Reihe meiner Untersuchungen zeigen, daſs dieſs so viel heiſst, als sagen, daſs die Substanzen im Allgemeinen nur den brechbareren Strahlen den Durchgang verstatten; und da Hr. Melloni durch seine früheren Versuche zu demselben Schluſs geführt worden, so läuft seine Angabe darauf hinaus, daſs, während Steinsalz dem weiſsen Glase analog ist, indem es alle Strahlen gleichmäſsig durchläſst, jede andere bisher bekannte Substanz so auf die Wärmestrahlen wirkt, wie ein violettes oder blaues Glas auf Licht, indem es die wenigst brechbaren Strahlen absorbirt und nur die anderen durchläſst.

Hr. Melloni glaubt, die erste Ausnahme von dieser Regel oder das erste Analogon zum rothen Glase sey das beruſste Steinsalz. Ich bitte jedoch erstlich sich der Thatsache zu erinnern, daſs ich in einem im Mai 1838 veröffentlichten Aufsatz (*Researches ou Heat, Third Series.* — Annalen, Bd. XXXXV S. 65) eine Substanz von ähnlichen Eigenschaften beschrieben habe, nämlich Glimmer, der durch Hitze auſserordentlich dünn zerspalten worden, wie ich ihn zur Polarisation der Wärme anwende. Im März 1838 erwies ich durch wiederholte Versuche, daſs der Durchgang durch Glas die Wärme keineswegs weniger leicht vom Glimmer in seinem besonderen Zustande absorbirbar macht, sondern eine entgegengesetzte Wirkung hat, auch, daſs Wärme von niederer Temperatur, ohne alle Begleitung vou Licht, fast eben so frei durchgelassen wird als die einer Lampe nach dem Durchgang durch Glas.

Aus Versuchen, die ich seitdem mit Glimmer in demselben Zustand gemacht habe, erhellt sogar, daſs gewisse Exemplare *kaum halb so viel* von der zuvor durch Glas gegangenen leuchtenden Wärme durchlassen als von der aus einem nicht sichtbar glühenden Körper.

schaft erlangt, Wärme von niederer Temperatur oder diejenige Wärme, die von Glas, Alaun und, nach Hrn. Melloni, von jeder andern Substanz am meisten aufgefangen wird, am leichtesten durchzulassen.

Der durch Wirkung des Feuers nicht aufgeblätterte Glimmer selbst besitzt, wie ich durch Tafeln in dem erwähnten Aufsatz (Art. 23, 24) gezeigt habe, genau die umgekehrten Eigenschaften. Mithin entspringt die Wirkung aus einem eigenthümlichen mechanischen Zustand des Körpers, und nicht aus seiner Elementar-Zusammensetzung.

Bei Lesung von Hrn. Melloni's Mittheilung fiel mir also sogleich bei, dafs die Wirkung der Berufsung des Steinsalzes lediglich von einer mechanischen Aenderung der Oberfläche herrühren möchte.

Rauhmachen der Oberfläche war der nächstliegende Versuch, und ich fand, wie vorausgesehen, dafs Steinsalz, welches durch Sandpapier in zwei rechtwinklichen Richtungen geritzt worden, Wärme von niederer Temperatur sehr viel leichter durchläfst als leuchtende Wärme. Eine Steinsalzplatte z. B., die von der durch Glas gegangenen Wärme einer Lampe 0,92 und eben so viel von ganz lichtfreier Wärme durchliefs, gestattete, wenn rauh gemacht, nur 0,17 von ersterer und 0,45 von letzterer den Durchgang.

Eine dünne Glimmerplatte, blofs bis zur Mattheit mit Smirgelpapier geritzt, liefs von Wärme aus verschiedenen Quellen viel mehr nahe denselben Procentgehalt durch, als wenn sie *glänzend* war, zum Beweise, dafs der Verlust der Politur weit mehr auf den Durchgang der brechbareren Strahlen einwirkt als auf den der anderen.

Dennoch kann dieser Effect nicht einer Aenderung in dem Verhältnifs der Reflexion der Wärme aus verschiedenen Quellen an den Oberflächen der Platte zugeschrieben werden. Denn *erstlich* habe ich bewiesen und der K. Gesellschaft mitgetheilt (*Proceedings for April* 1839), dafs Wärme jeder Art an einer polirten Fläche mit fast, wenn nicht genau, derselben Intensität reflectirt wird, und *zweitens* habe ich durch directe Versuche gefunden, dafs, wenigstens bei höheren Einfallswinkeln, Wärme von niederer Temperatur, d. h. dieselbe, welche am leichtesten durchgeht, am reichlichsten an rauhen Oberflächen reflectirt wird, zum unzweifelhaften Beweise, dafs die *dämpfende* Wirkung (*stifling action*) rauher Oberflächen die wahre Ursache der Ungleichheit ist.

Dafs beim Durchgang durch eine rauhe Oberfläche, so wie durch aufgeblätterten Glimmer und durch eine Rufsschicht, eine wirkliche Umänderung der Wärme stattfindet, erhellt aus directen Versuchen, die ich über die durch verschiedene Medien gesiebte Wärme angestellt habe. Wärme, die durch eins derselben gegangen, zeigte sich

2) In der dritten Reihe dieser Untersuchungen (§. 3) habe ich mich bemüht, direct und numerisch zu erweisen, dafs die Wärmestrahlen, die durch Alaun, Glas und in der That durch jede von mir versuchte Substanz ge-

durchgänglicher für jedes der andern. Und diese Umänderung war merkbarer, so wie die Wärme in ihrem Charakter sich mehr von derjenigen entfernte, welche diese Media am leichtesten durchdringt, d. h. so wie die Temperatur der Quelle höher war. So gingen von Lampenwärme 36 Procent durch eine gewisse berufste Steinsalzplatte. Wenn aber die durch berufstes Steinsalz gehende Wärme zuvor durch den Durchgang durch eine andere Platte berufsten Steinsalzes, durch aufgeblätterten Glimmer oder rauh gemachtes Steinsalz gesiebt oder analysirt worden war, stieg der Procentgehalt in den beiden ersten Fällen von 36 auf 44 und in dem letzteren auf 40,5, zum unzweifelhaften Beweise der specifischen Wirkung dieser Durchgänge auf die Zurückhaltung der brechbareren Strahlen.

Da eine mäfsige Zahl von Rissen diese Umänderung zu bewirken schien, so vermuthete ich nun, dafs man dieselbe Wirkung mit dem blofsen Durchgang der Wärme durch ein feines Drahtgewebe erhalten würde. Ich konnte solches nicht feiner als 60 Drähte auf den Zoll erhalten, und dabei zeigten mir die Durchgangsverhältnisse dieser oder jener Wärmeart keine Unterschiede. Das Verhältnifs des durchgelassenen Effects zum unmittelbaren war immer fast genau das des Flächeninhalts der Zwischenräume des Gewebes zur gesammten Fläche.

Selbst bei Anwendung feiner Gitter von Baumwollenfäden (zu Fraunhofer's Interferenz-Fransen gebraucht) wurde kein Unterschied bemerkt; doch mochten hier die Fäden, wegen eines muthmafslichen Grades von Durchgänglichkeit, den Effect verstecken.

Feine Pulver, zwischen Steinsalzplatten gestreut, so dafs sehr kleine Zwischenräume blieben, liefsen den leichteren Durchgang der Wärme von niederer Temperatur wieder hervortreten.

Als ich die polirte Oberfläche von Steinsalz durch zarte, mit einer Diamantspitze gezogene Linien erstlich in Quadrate von 0,01 Zoll Seite, dann in Parallelstreifen von 0,005 Zoll Abstand, und endlich in Quadrate von den letzteren Dimensionen theilte, war der Effect dem wie bei zufälligen Rissen ähnlich, und trat um so stärker hervor, jemehr die Oberfläche gefurcht war.

Endlich habe ich beobachtet, dafs das blofse natürliche Anlaufen des Salzes, durch Liegenlassen an der Luft, eine ähnliche Wirkung hervorruft.

Diese Thatsachen deuten offenbar auf Erscheinungen bei der Wärme, die der Diffraction und den periodischen Farben beim Lichte

leitet worden, eine *mittlere Brechbarkeit* besitzen, grö-fser als die der Strahlen vor einem solchen Durchgang; und da Hr. Melloni durch seine früheren Versuche auf allgemeinem Wege zu einem ähnlichen Schlusse geführt worden, so folgerte derselbe, und mit Recht, dafs die diathermansten Körper die wenigst brechbaren Strahlen in Ueberschufs absorbiren, und daher für Wärme dasselbe seyen, was grüne, blaue oder violette Media für Licht sind. Steinsalz allein, so weit wir wissen, besitzt die Eigenschaft einer *unterschiedlosen Diathermansie*, und ist das einzige Analogon zu weifsem klaren Glase.

3) Die Verallgemeinerung dieses Satzes ist eine Sache von vieler Wichtigkeit, besonders da sie unsere Kenntnisse eine Stufe mehr der Wahrheit nähert, indem sie uns lehrt, gewisse Eigenschaften der Wärme, die zuvor nur mit gewissen dunkeln Charakteren der Natur der Wärmequelle verknüpft wurden, auf die *Brechbarkeit* zurückzuführen. Unter Anderem finden wir, was zwar längst vermuthet, aber zuerst von Hrn. Melloni entscheidend bewiesen ward, dafs die An- oder Abwesenheit des Lichtes grofsentheils unwesentlich ist, ohne Zweifel ein *begleitender*, aber nicht *unumgänglicher* Umstand. Andererseits sind schon in einer früheren Entwicklungszeit der Wärmelehre gewisse Beziehungen zwischen der *Farbe* einer Oberfläche und der absorbirten Wärmemenge festgestellt, und John Leslie zeigte zuerst deutlich, dafs diese Beziehung bei irgend zwei verglichenen Flächen (z. B. einer schwarzen und einer weifsen, von gleicher Textur) von der Helligkeit der Wärmequelle abhange, und, sie dieser für proportional haltend, gründete er darauf sein Photometer [1]). Prof. Po-

ähnlich sind. Ich zweifle nicht, dafs der blofse Durchgang durch feine Drahtgitter ähnliche Wirkung ausüben werde, wie der durch Steinsalz mit gefurchter Oberfläche. — 1839, Dec. 16.

1) *Essay on Heat* 1804.

well in Oxford ersann und machte einen sinnreichen Versuch, der beweist, daſs die Dazwischensetzung eines Glasschirms, obwohl dadurch nur wenig Licht aufgefangen wird, den Einfluſs der Farbe auf die durchgelassene Wärme sehr wesentlich abändert, was denn das photometrische Princip von Leslie, bis auf eine sehr beschränkte Klasse von Fällen, auf einmal vernichtet [1]). Hr. Melloni hat die Versuche des Prof. Powell völlig bestätigt [2]), so daſs man durch diese den Schluſs als festgestellt betrachten kann, daſs die *Schwärze* oder *Weiſse* einer Oberfläche auf das Wärme-Absorptionsvermögen derselben, *nicht*, wie früher geglaubt ward, im Verhältniſs des Leuchtens dieser Wärme, sondern im Verhältniſs der Brechbarkeit derselben einwirkt.

4) Es ist daher zugleich passend und richtig, bei unseren Versuchen die Brechbarkeit als die Ursache der meisten, sowohl *qualitativen* als *quantitativen* Abänderungen der Wärme zu betrachten, statt sie in vager Weise auf die Temperatur der Quelle dieser Wärme zu beziehen. Die Temperatur der Quelle und die Brechbarkeit der daraus entspringenden Wärme steigen zugleich nach folgender Skale: 1) Wärme aus Eis, 2) die der Hand, 3) die von siedendem Wasser, 4) die von einem Gefäſse mit nahe siedendem Quecksilber, 5) die von einer beruſsten, von hinten durch eine Lampe erhitzten, aber selbst im Dunkeln ganz unsichtbaren Metallplatte, 6) die von glühendem Platin (ein Drahtknäuel über einer Weingeistlampe), und 7) die einer Oellampe (Locatelli's). Das ist die

1) *Phil. Trans.* 1825, *p.* 187.

2) *Ann. de chim. et de physique*, 1834, *T. LV p.* 337 (Ann. Bd. XXXV S. 385 u. 530) — Hr. Melloni findet z. B. daſs die Strahlen einer Oellampe, auf schwarze und weiſse Flächen fallend, dieselben im Verhältniſs 1000 : 805 erwärmen, daſs dieſs Verhältniſs ungestört bleibt, wenn sie durch eine Steinsalzplatte geleitet wurden, daſs aber bei Anwendung einer Alaunplatte, obgleich diese für Licht eben so durchsichtig als Steinsalz ist, das Verhältniſs zu 1000 : 429 wird.

Wärmeskale, deren in Hrn. Melloni's und meinen V
suchen oft gedacht wird. Ueber diese Gränze hir
ist unser Begriff von Temperatur der Quelle nicht n
so klar, und die Farbe und Helligkeit des die Wä
begleitenden Lichts ändert sich nicht mehr untersch
bar; allein dennoch kann die Skale bis in's Unbestim
hinauf verlängert werden, entweder durch Einschalt
verschiedenartiger Schirme, von welchen jeder (wie
in der dritten Reihe dieser Untersuchungen gethan) ı
direct überzeugen kann, dafs sie die Brechbarkeit er
hen, oder durch Anwendung von Prof. Powell's o
einem ähnlichen Prüfmittel, welches, nach unseren
fahrungen zu schliefsen, mit der Brechbarkeit gleicl
Schritt geht. Eine solche Verlängerung der Wärmesk
wäre folgende:

8) Wärme der Oellampe durchgelassen von gemeinem Glimmer
9) - - - - - Glas (Argand's Lam
10) - - - - - Citronensäure
11) - - - - - Alaun
12) - - - - - Eis.

Die Auffassung der Brechbarkeitsskale als das wi
tige Prüfmittel für die Eigenschaften der Wärme ka
nicht klar genug seyn. Wärme aus *jeglicher* Que
wird, nach dem Durchgang durch Glas, Alaun oder W
ser, zuletzt den Charakter von Glas-Wärme, Ala
Wärme, oder Wasser-Wärme besitzen, eben so
Sonnen- oder Kerzenlicht roth, blau oder grün w
wenn es Gläser von dieser Farbe durchdringt.

5) Nun seit Hr. Melloni gezeigt (und dieser V
such ist, glaube ich, ihm eigen), dafs Substanzen, w
che jeden noch so starken Lichtstrahl auffangen (
schwarzes Glas und gewisse Arten dunkeln Glimme
doch eine merkliche Wärmemenge durchlassen, war
nicht unnatürlich zu versuchen, ob nicht die so von ei
leuchtenden Quelle erhaltene *unsichtbare* Wärme
Eigenschaften der Wärme aus dunkler Quelle besit
möchte, oder, anders gesagt, ob nicht Körper, wie schw

zes Glas und schwarzer Glimmer, statt, wie Glas, Alaun u. s. w., die wenigst brechbaren Strahlen aufzufangen, diese entweichen lassen und die brechbarsten Strahlen absorbiren, also auf Wärme so wirken, wie auf Licht ein Körper, der die gelben, blauen und violetten Strahlen auffängt, d. h. wie es rothes Glas thut.

6) Diese Erwartung wird durch Erfahrung theilweise erfüllt, theilweise nicht. Die sorgfältige und vollständige Reihe von Versuchen, die Melloni über die Eigenschaften der so erhaltenen dunklen Wärme angestellt hat [1]), zeigt, dafs obwohl sie der Wärme aus niederer Temperatur ähnlich ist, in sofern sie von Alaun oder Citronsäure sehr leicht durchgelassen wird, doch die letztere Wärme (z. B. die von siedendem Wasser) sehr wenig durch schwarzes Glas oder schwarzen Glimmer durchgänglich ist, was nicht der Fall seyn dürfte, wenn diese Körper gleich einem Siebe wirkten, welches die brechbareren Strahlen auffinge und die anderen entweichen liefse.

7) Die directe Probe, die Untersuchung der Brechbarkeit der von dunkeln Schirmen austretenden Strahlen, blieb indefs noch zu machen, und diese Lücke ausfüllend zeigte ich, dafs schwarzes Glas und schwarzer Glimmer *in Steigerung der mittleren Brechbarkeit der durchgelassenen Wärme* wie klares Glas und klarer Glimmer wirken. Hieraus schlofs ich, dafs die Wirkung solcher Media auf Wärme darin bestehe, dafs sie die Strahlen von gröfster und kleinster Brechbarkeit absorbiren, kurz, so wirken wie homogen gelbes Glas auf Licht wirkt, jedoch die *mittlere* Brechbarkeit im Ganzen durch den Durchgang erhöhend. Ich sprach auch aus, dafs Wärme aus leuchtenden Quellen wahrscheinlich von weit zusammengesetzterer Natur sey als dunkle Wärme; dafs die Dunkelheit einer Wärme kein Zeichen ihrer Brechbarkeit

1) *Ann. de chim. et de phys.* 1834, *Avril* (Annalen, Bd. XXXV S. 385 und 530.)

sey, und dafs selbst die brechbarsten Strahlen Wärme enthalten könnten, die von dem begleitenden Licht trennbar wäre [1]).

8) In allem diesen scheint also nichts der Wirkung des rothen Glases auf das Licht genau aequivalent zu seyn, — keine Substanz, welche Wärme von geringer Brechbarkeit und Temperatur am leichtesten durchläfst und diese von der zusammengesetzten Strahlung aus leuchtenden Quellen absondert. Vermuthlich durch solche Schlüsse geleitet kam Hr. Melloni auf die glückliche Idee, eine opake Substanz, wie Rufs, mit einem Körper zu combiniren, der für sich keine specifische Veränderung auf die einfallende Wärme ausübt. Er berufst demnach *Steinsalz*, und fand, dafs es ein vollkommenes Analogon zum rothen Glase darbietet, indem es Wärme von niederer Temperatur und Brechbarkeit am leichtesten durchläfst.

9) Während ich das Sinnreiche und Wichtige des Versuchs von Hrn. Melloni vollständig würdige, mufs es mir erlaubt seyn zu bemerken, dafs ich ihm in der Entdeckung einer Substanz von ähnlichen Eigenschaften 18 Monate voranging, wiewohl ich gern einräume, dafs ich, die Beobachtung zufällig machend, den Folgerungen aus derselben, die ich für wichtig halte, nicht eher nachging, als bis Hr. Melloni die Aufmerksamkeit auf den Versuch mit berufsten Flächen hingelenkt hatte. Am 27. Febr., 19. und 20. März 1838 (wie aus meinem Tagebuche hervorgeht) fand ich, dafs Glimmer, durch Erhitzung in dünne Blättchen zerspalten, wie ich ihn zu Polarisationsversuchen anwende, die Eigenschaft besitzt verschiedene der weniger brechbaren Wärmearten in grofser Menge durchzulassen, besonders Wärme aus einer vollkommen dunklen Quelle fast genau in demselben Verhältnifs, wie die stark brechbare Wärme einer Lampe durc

1) *Rechearches on Heat. Third Series, Art.* 73, 81 *etc.*

nach dem Durchgang durch Glas. Ich stehe nicht an zu sagen, dafs vor Hrn. Melloni's Versuch mit berufstem Steinsalz keine sonst bekannte Substanz eine Annäherung zu den folgenden Resultaten gab, die aus der dritten Reihe meiner Untersuchungen, Art. 24, genommen sind.

Tafel über das Verhältnifs der von den polarisirenden Glimmerblättchen *I* und *K* durchgelassenen Wärme aus verschiedenen Quellen, im Vergleich mit den Durchgängen durch Glimmer im gewöhnlichen Zustand und durch schwarzes Glas.

Wärmequelle.	Durch Erhitzung aufgeblätterter Glimmer *I* u. *K*.	Glimmer, 0",015 dick.	Schwarzes Glas [1]).
Locatelli's Lampe mit Glas	100	100	100
- - ohne Glas	116	79	70
Glühendes Platin	108	70	
Messing bei 700° F. . .	96	21	
Wärme von 212° F. . .	62	11	

10) Diefs auffallende Resultat der mechanischen Beschaffenheit des Glimmers verfehlte nicht mich damals sehr zu überraschen, und erst nach sorgfältiger Wiederholung ward es veröffentlicht. Es lieferte eine siegreiche Antwort auf einen Einwurf gegen meine Versuche, den ich damals bekämpfte, dafs die von den polarisirenden Platten absorbirte Wärmemenge die Resultate abgeändert und gar umgekehrt habe; nachdem ich mich hievon überzeugt hatte, verfolgte ich den Gegenstand nicht weiter. Im Moment jedoch, als ich Hrn. Melloni's Mittheilung über berufstes Steinsalz las, fühlte ich, welch helles Licht die vollkommene Analogie des aufgeblätterten Glimmers auf die Erscheinung werfen würde. Offenbar waren die Resultate ähnlich in der Art; und diefs liefs vermuthen, dafs sie auch dem Grade nach ähnlich gemacht werden könn-

1) Ein Gegenversuch wurde zur selben Zeit, am 20. März 1838, angestellt.

ten. Statt also die Glimmersäulen unter den grofsen und unvortheilhaften Schiefen einzuschalten, die ich bis dahin anwandte (da ich nur ihre polarisirende Wirkung zu untersuchen beabsichtigte), nahm ich eine solche (die in früheren Theilen dieser Abhandlungen oft mit *H* bezeichnete) und stellte sie *senkrecht* gegen die einfallenden Wärmestrahlen. So erhielt ich folgende Resultate:

Senkrechter Durchgang durch die aufgeblätterte Glimmertafel *H*.

Wärmequelle.	Von 100 einfallenden Strahlen.	Relative Mengen.
Locatelli's Lampe mit Glas	9,2	100
- - ohne Glas	13,7	150
Dunkel heifses Messing . .	17,3	188
Heifses Wasser	16,3 [1])	178

11) Hieraus geht sehr klar hervor, dafs der Glimmer in dem besonderen Zustand, entgegen seiner natürlichen Beschaffenheit (9), der einfallenden Wärme dieselbe Eigenthümlichkeit einprägt, wie der Rufs in dünner Schicht. Er ist wirklich für die Wärme, was rothes Glas für Licht ist, er läfst die Strahlen von geringster Brechbarkeit am freiesten hindurch.

12) Da mir sogleich einleuchtete, dafs die Veränderung im Charakter des Glimmers von der Aufblättrung desselben in eine fast unendliche Anzahl kleiner Flächen herrührte, und da ich den Charakter der Röthe (so zu sagen) den nothwendig gehäuften und unregelmäfsigen Reflexionen und Interferenzen zuschrieb, so hielt ich es für sehr wahrscheinlich, dafs die Wirkung des Rufses von der Uebereinanderlage einer aufserordentlichen Menge kleiner trüber Punkte auf einer durchsichti-

1) Da diese Beobachtung zu einer andern Zeit, und wahrscheinlich nicht unter genau denselben Umständen wie die übrigen angestellt wurde, so habe ich sie für die aufgestellten Ansichten in ungünstigster Weise angeführt. Der wirklich beobachtete Procentgehalt war 19.

gen Oberfläche herrührte, und *diefs* nicht sowohl vermöge einer physikalischen Eigenthümlichkeit seines kohligen Materials, als vielmehr vermöge der mechanischen Vertheilung des opaken Staubes auf der Steinsalzfläche.'

13) Diefs veranlafste mich, den Einflufs *mechanischer Veränderungen der physischen Oberfläche des Steinsalzes* zu untersuchen, in der Erwartung, ein Analogon zu der Wirkung des Berufsens zu finden. Geleitet durch keine anderen Gründe als die bereits angegebenen, machte ich beide Seiten einer polirten Platte Steinsalz mit Sandpapier rauh, indem ich jede Oberfläche rechtwinklich rieb, bis sie ganz blind geworden. Ich untersuchte darauf ihre Durchgänglichkeit für Wärme aus verschiedenen Quellen, und fand zu meiner Befriedigung meine Vermuthung bestätigt. Der Durchgang von dunkler Wärme, verglichen mit dem von einer durch Glas gesiebten Lampenwärme, stand in dem Verhältnifs von nicht weniger als 3 : 1 [1]).

1) Als Beweis von meiner Ueberzeugung von der wahren Wirkungsweise des aufgeblätterten Glimmers auf Wärme bemerke ich, dafs das im Text angegebene Raisonnement auf keine späteren Versuche als die schon angeführten vom März 1838 gegründet ist. Die allererste Seite meines Tagebuchs vom letzten Herbst enthält *gleichzeitige* Versuche, erstlich über berufstes Steinsalz zur Prüfung von Hrn. Melloni's Beobachtung, zweitens über aufgeblätterten Glimmer, um meine eignen vom März 1838 auf senkrechte Einfallswinkel auszudehnen, drittens über geritzte Oberflächen, in der Voraussetzung, dafs die beiden ersten gelingen würden. Da Herr Melloni glaubt, ich hätte keine klare Idee von den Eigenschaften des aufgeblätterten Glimmers, welche er, wenn ich ihn recht verstehe, in der That noch bezweifelt, so will ich die citirte Stelle meines Tagebuches *wörtlich* angeben. — „1839 Nov. 12. Hr. Melloni hat neuerlich (*Compt. rend. Sept.* 2) angegeben, dafs berufstes Steinsalz die einzige bekannte Substanz sey, welche Wärme von niederer Temperatur leichter als leuchtende durchläfst; diefs wird erstens durch meine, schon veröffentlichten Versuche vom 20. März 1838 über durch Erhitzung aufgeblätterten Glimmer widerlegt, und zweitens hege ich einige Zweifel, ob (bei seinen Versuchen) die Qualität des *Materials* oder nur die *Oberfläche* das Resultat herbeiführte. Um diefs zu ermitteln und

14) Es erhellt demnach, daſs es wenigstens drei Bedingungen giebt, unter welchen ein Medium fähig befunden werden kann, Wärme von geringer Brechbarkeit durchzulassen, und daſs zwei derselben *nur* mit der mechanischen Constitution in Beziehung stehen. Es war natürlich, den Fall mit der Ruſsschicht, so wie den mit der geritzten und geblätterten Oberfläche zu verallgemeinern und unter eine Kategorie bringen zu suchen. Wie schon gesagt, bot die mechanische Vertheilung der opaken Kohlentheilchen eine plausible Analogie dar, welche ich weiter zu führen mich bemühte.

15) Die Zahlen in §. 10 mögen mit den folgenden verglichen werden.

	Von 100 einfallend. Strahlen gingen durch beim		Relativer Durchgang beim	
	beruſsten	rauh gemachten	beruſsten	rauh gemachten
	Steinsalz.		Steinsalz.	
Locatelli mit Glas . . .	30	49	100	100
- ohne Glas . .		62		126
Dunkel heiſses Messing	58	70	192	142
Heiſses Wasser	67	77	223	157

16) Es fiel mir bei, daſs wenn die Wirkung des Ruſses ganz eine *oberflächliche* sey, oder von dem Charakter einer dem Steinsalz verliehenen rauhen Oberfläche herrühre, die Wirkung zweier solcher Oberflächen auf

frühere Versuche zu erhärten, beruſste ich eine Steinsalzplatte, machte eine andere mit Sandpapier rauh, erst auf der einen, dann auf beiden Seiten, stellte auch die aufgeblätterte Glimmersäule *H winkelrecht* gegen die Wärmestrahlen. — (Hier folgen die Versuche.) — Es geht also klar hervor, daſs das bloſs rauh gemachte Steinsalz die dunkle Hitze am meisten durchläſst. Ich vermuthe, daſs die Wirkung des Beruſsens bloſs eine oberflächliche ist, und daſs das Rauhmachen leuchtende Wärme mehr dämpft als dunkle. — Dieſs ist die *erste* Seite meines Tagebuchs nach der Bekanntmachung von Hrn. **Melloni's** Brief in den *Comptes rendus*.

den Wärmedurchgang wahrscheinlich abweichen würde von dem einer einzelnen Rufsschicht, die so dick wäre, um Wärme von irgend einem besonderen Grade der Brechbarkeit eben so stark zu absorbiren. Zu dem Ende berufste ich drei polirte Steinsalzplatten, so dafs zwei, bezeichnet mit *D* und *E*, zusammen sehr nahe eben so viel dunkle Wärme absorbirten als die dritte *A* allein.

17) Ich benutze diese Gelegenheit, um anzugeben, wie es mir gelungen, brennbare Oberflächen ohne Anbrennung, oder krystallisirte Substanzen, die, wie Steinsalz, bei directer Anwendung einer Kerzenflamme reifsen und springen, zu berufsen. Eine grofse Gasflamme, umgeben von einer weiten, 10 bis 15 Zoll langen Röhre, gegen welche die Flamme zum Theil anschlägt, giebt einen Strom von verhältnifsmäfsig kaltem Rufs, den man bei jeglicher Oberfläche anwenden kann. Mit diesen drei berufsten Steinsalzplatten erhielt ich folgende Resultate:

	Wärmequelle.		
	Locatelli mit Glas.	Locatelli.	Dunkle Wärme.
		Procente.	
Berufste Steinsalzplatte *A*	8,3	17,2	32,9
- - - *D*	26	41	58
- - - *E*	23,5	36	53,5
- - - *D*+*E*	7,3	18	32,1

Da die meisten dieser Resultate aus einzelnen Versuchen abgeleitet sind, so müssen die erste und die letzte Zeile als fast identisch betrachtet werden, und gewifs zeigen sie zwischen dem Absorptionsvermögen einer dicken Rufsschicht und zweier dünnen keinen wesentlichen Unterschied, der in der Annahme, dafs die Wirkung eine blofs oberflächliche sey, erwartet werden könnte.

Aus diesen Zahlen ergiebt sich ein anderer Schlufs von einiger Wichtigkeit. Da eine Rufsschicht Wärme von niederer Temperatur und Brechbarkeit am leichte-

sten durchläfst, so steht zu erwarten, dafs sie jeden zusammengesetzten Wärmebündel, den sie durchläfst, in seiner Beschaffenheit abändert, und dafs folglich jeder solcher Durchgang den folgenden erleichtert. Nun finden wir, dafs die Platte *D* 26 Proc. von der Wärme aus der ersten der obigen Quellen durchläfst, und dafs von den 26 aus *D* entweichenden und auf eine zweite Rufsschicht *E* fallenden Strahlen, diese Schicht *E* 7,3 durchläfst, d. h. 28 Proc. von den auf sie einfallenden. Gemäfs der dritten Zeile der Tafel läfst aber *E* nur 23,5 Proc. von den directen Strahlen durch, folglich ist die Durchgangsfähigkeit erhöht worden. Gleichergestalt finden wir für die Locatellische Wärme den Durchgang durch *E*, in Folge des vorherigen Durchgangs durch *D*, von 36 auf 44 gesteigert, und für die dunkle Wärme von 53,5 auf 56.

19) Hieraus ergiebt sich eine nützliche Anwendung berufster Oberflächen, zu der ich bisweilen meine Zuflucht nahm. Es ist oft von Wichtigkeit, mit mehr oder weniger brechbaren Wärmestrahlen unter genau gleichen Umständen von Parallelismus oder Divergenz und Intensität zu arbeiten. Hat man bei Vorrichtung einer Oellampe mit Steinsalzlinse ein zusammengesetztes Wärmebündel von gröfserer Stärke als erforderlich erhalten, so kann man, durch Dazwischensetzung einer berufsten Steinsalzplatte, die brechbarsten Strahlen absorbiren und blofs die übrigen durchgehen lassen; schaltet man dann ein Glas von geeigneter Dicke ein, so kann man die Intensität der Wärme genau in demselben Verhältnifs verringern, aber die brechbareren (heifseren) werden allein zurückgehalten [1]).

1) *Berufstes* Glas ist offenbar ein ungemein opakes zusammengesetztes Medium, da es aus zwei Elementen besteht, die entgegengesetzte Enden des Spectrums absorbiren. Es ist sonderbar, wie wenig die wahre Ursache der Opacität einer auf Glas abgelagerten Rufsschicht verstanden ward zur Zeit, als man sie als einen überzeugenden Beweis von

20) Obschon die Resultate des §. 17 nicht meiner Erwartung entsprachen, so entheben sie uns doch nicht einigen Zweifels rücksichtlich der Wirkungsweise der Rufsschicht, obwohl diese Versuche, so wie andere in diesem Aufsatz beschriebene, mich zu Hrn. Melloni's Meinung hinneigen, dafs der Rufs vermöge seiner inneren Beschaffenheit und nicht vermöge seines mechanischen Gefüges wirkt. Ich habe Rufsschichten unter einem kräftigen Mikroskop untersucht, aber nichts von den fein vertheilten Kohlenpartikeln, aus denen er doch unzweifelhaft bestehen mufs, entdecken können. Dennoch mufs das Netzwerk, welches feines Pulver bei Aufstreuung auf eine Fläche bildet, wenn es (wie bei der Diffraction des Lichts) vermöge der Kleinheit seiner Zwischenräume wirkt, kräftiger wirken, sobald mehre derselben auf einander gelegt werden. Und es mag wenig bedeuten, ob die Rufsschirme getrennt, auf mehre hinter einander aufgestellte Platten abgelagert, oder durch mehrmaliges Berufsen einer einzigen Fläche auf einander gehäuft sind. Ich sage diefs nicht, um meine ursprüngliche Meinung aufrecht zu halten, vielmehr bin ich geneigt sie aufzugeben, und eine berufste Oberfläche im vollen Sinn des Worts als *diatherman* und *transparent* zu betrachten; allein bei Ausdehnung meiner Versuche auf rauh gemachte Oberflächen überraschte es mich doch etwas, zu finden, dafs die fortgesetzte Wirkung des Furchens einer Fläche durch Reiben mit grobem Sandpapier nicht nur den Durchgang der Wärme verringert, sondern die *specifische* Wirkung auf Strahlen von verschiedener Brechbarkeit erhöht, während man eher glauben würde, dafs die Wirkung, als von einer Vernichtung der Politur herrührend, nur eine

der *unmittelbaren* Strahlung der Wärme durch starre Körper anführte. Weit gefehlt die vorausgesetzte undurchsichtige Substanz zu seyn (ich gebrauche das Wort in Anwendung auf Wärme im freien Sinn), läfst der Rufs von gewissen Wärmearten eine überraschende Menge durch, wenn auch seine Dicke beträchtlich ist.

oberflächliche seyn, und eine Verstärkung der Rauhheit nicht die relative *Diathermansie* für Strahlen von niederer Brechbarkeit erhöhen würde.

21) Entscheidende Versuche zeigen jedoch bei vergröfster Rauhheit eine erhöhte Empfindlichkeit für verschiedene Wärmearten. Zwei Steinsalzplatten, *a* und *b*, auf beiden Seiten in rechtwinklichen Richtungen mit Sandpapier gescheuert, wurden so aufgestellt, dafs sie ein paralleles Wärmebündel in ähnlicher Weise auffingen. Der Unterschied der folgenden Zahlen rührt her von der geringeren Rauhheit von *a*.

Steinsalz.	Wärmequelle. Locatelli mit Glas.	Locatelli.	Dunkelheifses Messing
	Procente.		
Rauhe Platte *a*	30	48,5	59
- - *b*	16,6	28,5	45
- - (*a*+*b*) . . .	7,2	16	27,5
Procente der durch *a* empfangenen und von *b* durchgelassenen Wärme	24	33	46,5
Verhältnifs von *a* zu *b* . . .	100:55	100:58,5	100:76

Wir finden also hier, in jedem Fall, den Procentgehalt des Durchgangs in Folge des früheren Durchgangs durch eine rauhe Fläche erhöht. Die erhöhte Leichtigkeit des Durchgangs ist im Verhältnifs gröfser als die einfallende Wärme heterogener war. Dunkle Wärme erleidet sehr wenig Veränderung. Es erhellt auch aus der letzten Zeile dieser Tafel, dafs die gröfsere Rauhheit von *b*, verglichen mit *a*, den charakteristischen Effect *gesteigert* hat (analog der *Röthe* beim Licht).

22) Sehr viele Versuche habe ich gemacht, um mich zu überzeugen, dafs die Wirkung aller drei schon angeführten (14) Media genau analog sey, und diese wirklich ähnliche Strahlen durch Absorption isoliren. Folgende

Tafel giebt einen Beleg dazu, indem sie zeigt, mit welcher erhöhten Leichtigkeit Wärmestrahlen aus jedweder Quelle von Steinsalz durchgelassen werden, wenn sie zuvor durch dieselbe oder eine andere Substanz gegangen sind.

Procente des Durchgangs durch die berufste Steinsalzplatte *E* von Wärme aus verschiedenen Quellen, nach dem Durchgang durch folgende Media.

Wärmequelle.	Wärme durchgelassen von			
	Nichts.	aufgeblättertem Glimmer *H.*	berufstem Steinsalz *D.*	rauhem Steinsalz *a.*
Locatelli mit Glas	23,5		28	29
Locatelli	36	43,5	44	40,4
Dunkelheifses Messing	53,5	56	56	55

23) Es ist sehr wichtig zu erwägen, wie diese Wirkung rauher Flächen zu erklären sey, und ob es beim Licht ein Analogon gebe. Kann sie etwa davon herrühren, dafs die verschiedenen Wärmestrahlen an einer unpolirten Oberfläche ungleich reflectirt werden, und dafs die spärlichst reflectirten die Mehrheit der durchgelassenen Strahlen bilden? Hierauf läfst sich erwiedern, dafs die Intensität der Reflexion an polirten Oberflächen bei senkrechtem Einfall so unbedeutend ist, sowohl für Wärme als für Licht [1]), dafs wenn die spiegelnd reflectirte Wärme *gänzlich* in dem einen Fall durchgelassen, in dem andern absorbirt würde, der Unterschied, statt 30 Proc. und mehr von der einfallenden Wärme zu betragen (21), nicht 4 Proc. übersteigen könnte.

24) Aus dem analogen Fall beim Licht vermuthete ich im Gegentheil, dafs sowohl das *zurückgeworfene* als *durchgelassene* Bündel bei einer solchen Fläche intensi-

1) S. Melloni, *Ann. de chimie et de phys. Dec.* 1835 (Annal. Bd. XXXVII S. 206 und 212) und mein Memorandum über die Intensität der reflectirten Wärme und des reflectirten Lichtes, *Proceedings Royal Soc. of Edinburgh*, *p.* 254.

ver seyn werde, da es wohl bekannt ist, dafs die Politur spiegelnder wird für Licht von längeren Undulationen, und die Unebenheiten der Oberfläche zuerst für rothes Licht geringfügig werden.

25) Hierin sah ich mich nicht getäuscht. Da ich nicht eine vollständige Erforschung der diffusen Reflexion beabsichtigte, so beschränkte ich meine Aufmerksamkeit auf die Feststellung der allgemeinen Thatsache. Bei Anwendung eines Apparats, den ich noch nicht beschrieben habe, der aber mit dem in §. 51 meiner dritten Abhandlung [1]) die gröfste Aehnlichkeit besitzt, beobachtete ich die Intensität, mit welcher Wärme aus verschiedenen Quellen an einer *einzigen* Fläche von Flintglas, im polirten und im durch Smirgel abgeschliffenen Zustand, reflectirt wird. Unter bedeutenden Incidenzen bekam ich folgende Resultate, die in Bezug auf die Verstärkung der *regelmäfsigen* Reflexion an rauhen Oberflächen, wenn die Wärme von niederer Temperatur oder Brechbarkeit ist, auffallend sind.

Verhältnifs der an einer polirten und einer rauhen Flintglasfläche reflectirten Wärme-Intensitäten.

Einfallswinkel.	Wärmequelle.		
	Locatelli mit Glas.	Locatelli.	Dunkelheifses Messing.
60°		100 : 34	100 : 35,4
70	100 : 26,5	100 : 38,3	100 : 43,5

So weit ist also die Wirkung matter Flächen von übereinstimmendem Charakter. Die *dämpfende* (*stifling*) *Wirkung einer rauhen oder geblätterten Fläche* (welche Wirkung zugleich den zurückgeworfenen und den gebrochenen Strahl schwächt), *nimmt ab mit der Brechbarkeit der einfallenden Wärme.* Dafs dasselbe bei der Reflexion des Lichtes stattfindet, ist bekannt; wahrschein-

1) Ann. Bd. XXXXV S. 444 und Taf. III Fig. 9.

Es verhält es sich auch so mit dem Durchgang desselben, doch ist dieſs noch nicht deutlich beobachtet worden. Sehr unreine Substanzen lassen einen röthlichen Schein (*ruddy gleam*) durch; dasselbe thut auch Wasserdampf, wenn er nicht farblos ist [1]), und jeder practische Optiker weiſs, daſs von der groſsen Mehrheit der Mittel das violette Ende des Spectrums zuerst absorbirt wird.

26) Wir schreiten nun zu einer genaueren Untersuchung des Einflusses der Oberfläche auf die Wärme. Es bieten sich hier zur unmittelbaren Lösung drei Aufgaben dar: 1) Wenn Mangel an Politur in der Menge der durchstrahlenden Wärme verschiedenen Ursprungs eine Veränderung von nicht weniger als im Verhältniſs 2 : 1 hervorbringt: dürfen wir dann Steinsalzplatten mit dem gewöhnlichen Grad von Politur anwenden, und sie doch, wozu uns Melloni's Entdeckung bisher berechtigte, als gleich durchsichtig für jede Wärmegattung betrachten? 2) Hat die Rauhheit dieselbe Wirkung auch bei anderen Substanzen. 3) Da das Mattschleifen mit Sandpapier nur darin besteht, daſs auf einer polirten Fläche unzählig viele Furchen hervorgebracht werden: wird die Wirkung noch da seyn, wenn man die Furchen regelmäſsig und in bestimmbarer Anzahl bildet?

27) Rücksichtlich der ersten Frage reicht es hin, sie in allgemeiner Weise bejahen zu können. Ich nahm zwei Steinsalzplatten, deren Oberfläche vor sehr langer Zeit nicht *regelmäſsig* polirt worden, und, obwohl hell und klar, keineswegs besonders eben und gerad (*true*) waren. Von Locatellischer Lampenwärme, die zuvor durch Glas gesiebt worden, lieſsen diese *vier* Steinsalzflächen 72 Procent durch; bei dunkler Wärme aus beruſstem Messing betrug der Durchgang 73 Procent, ein Unterschied, der bei diesem Versuch schwerlich zu beachten ist. *Der Durchgang dieser beiden sehr verschiedenen Wärmearten war also gleich.* Hr. Melloni hat gezeigt,

1) *Edinb. Trans. Vol. XIV p.* 371. Ann. Bd. XXXXVII S. 593.

dafs, wenn das Steinsalz rein und vollkommen polirt ist 0,92 der einfallenden Wärme von einem Paar Oberflächen durchgelassen werden; vier Oberflächen sollten also $(0,92)^2$ oder 84,5 Procent durchlassen. Diese Schätzung habe ich geprüft und mich von ihrer Richtigkeit überzeugt. Die Abweichung im gegenwärtigen Fall (welche ich glaube nicht übergehen zu dürfen) rührt zum Theil ohne Zweifel von den Ungleichheiten der Oberflächen her; allein hauptsächlich von Unvollkommenheiten des Salzes selbst, welche, da der Versuch blofs ein relativer war, nicht beachtet wurden. Im Gegensatz hierzu gebrauchte ich zur selben Zeit (December 11, 1839) ein Stück Steinsalz, welches auf beiden Seiten polirt worden, das aber, durch Liegenlassen an der Luft auf einige Jahre, vollständig blind und grau auf der Oberfläche geworden war. Dieses Stück wurde nun einfach *mattgeschliffen;* es enthielt keine Furchen und war nirgend einer mechanischen Action unterworfen worden. Es liefs nun durch diefs

	von der Wärme aus	
	Locatelli mit Glas ;	dunkelheifsem Messing.
matte Steinsalz	66 Proc.	77 Proc.

was klar den allgemeinen Satz feststellt.

28) In Betreff der Frage, ob Rauhheit der Oberfläche die Diathermansie in ähnlicher Weise bei anderen Substanzen abändere, wie beim Steinsalz, sind wir im Stande eine deutlich bejahende Antwort zu geben. Da Steinsalz, so zu sagen, gegen die Qualität und Quelle der einfallenden Wärme ganz gleichgültig ist, so tritt jede Ursache zu einer specifischen Wirkung unmittelbar hervor. Nicht so verhält es sich mit andern Substanzen, die, vermöge ihrer Natur, schon eine specifische Wirkung ausüben; diese Wirkung wird durch eine Modification der Oberfläche abgeändert Wenigstens fragt es sich, ob eine solche Abänderung stattfinde oder nicht.

Ein Beispiel wird am besten erläutern, wie diese Abänderung entdeckt und ausgedrückt werden kann. Ich nahm eine Glimmerplatte mit ihren natürlichen glänzenden Oberflächen und so dünn, dafs sie Wärme aus verschiedenen Quellen in beträchtlicher Menge durchliefs. In diesem Zustand betrug der Wärmedurchgang bei ihr:

	Locatelli mit Glas ;	Locatelli ;	dunkle Wärme
Glimmer mit *glänzenden Oberflächen*	83,5	74	37.

Der Glimmer wurde auf beiden Seiten mit Smirgelpapier mattgeschliffen und der Versuch wiederholt (27. Nov. 1839):

	Locatelli mit Glas ;	Locatelli ;	dunkle Wärme
Glimmer mit *rauher* Oberfläche	45,5	51	31,5.

Drückt man den ursprünglichen Durchgang durch 100 aus, so ist der durch die Rauhheit der Fläche verminderte:

54	69	85

was so deutlich wie möglich beweist, dafs die aufgefangene Menge proportional ist der Temperatur der Wärmequelle. Während die Rauhheit der Oberfläche z. B. 46 Proc. von der ersten Wärmeart auffängt, hält sie von der dunkeln Wärme nur 15 Proc. zurück.

29) In Bezug auf die dritte Frage, wie nämlich eine verhältnifsmäfsig kleine Anzahl Furchen auf einer polirten Fläche statt einer allgemeinen Schwächung ihrer Politur wirken werde, verfuhr ich so. Auf eine gut polirte Steinsalzfläche liefs ich mit einer Diamantspitze eine Reihe äufserst feiner Linien ziehen, so dafs sie dadurch in Quadrate von 0,01 Linie in Seite getheilt wurde. Auf eine ähnliche Platte wurden eben so feine Parallellinien, in Abständen von 0,005 Linien gezogen. Ein Stück dieser zweiten Fläche wurde mit Querlinien von

denselben Abständen versehen, so dafs es in Quadrate vier Mal kleiner als die ersten, getheilt wurde. Die drei Media gaben folgende Resultate mit zwei sehr verschiedenen Wärmearten (Dec. 6 bis 11 1839):

Wärmequelle.	Quadrate 100 auf den Zoll.	Linien 200 auf den Zoll.	Quadrate 200 auf den Zoll.
Locatelli mit Glas . . .	76,5	61,5	45
Dunkelheifses Messing	82,3	68,5	64,5 [1])

Für Wärme von 212° F. war der Durchgang noch stärker, wie man weiterhin ersehen wird.

(Schlufs im nächsten Heft.)

VI. *Ueber und gegen die Entwicklung der Elektricität durch den chemischen Procefs, nebst einem Anhange von Versuchen über das elektromotorische Verhalten vieler flüssiger Leiter gegen Metalle; von C. H. Pfaff in Kiel* [2]).

Die Absicht dieser kurzen Mittheilung ist nicht eine theoretische Erörterung eines immer noch in grofses Dunkel gehüllten Gegenstandes, als vielmehr die Darlegung von Thatsachen, welche das Resultat zahlreicher, mit der gröfsten Sorgfalt angestellter Versuche sind, und welche mir scheinen dem denkenden Forscher Data an die Hand zu geben, um den Schleier mehr als bisher zu lüften.

1) Der mit *Querlinien* versehene Theil der zweiten Fläche hatte weniger Sprünge (*Flaws*) als der einfach gestrichelte; diefs erklärt den Unterschied dieser Zahl mit der in der vorhergehenden Spalte.

2) Ein Vortrag, gehalten im skandinavischen Verein von Naturforschern und Aerzten. Im Juli 1840.

Jedermann wird zugeben, dafs die Quelle der elektrischen Kräfte, welche unter der Form der galvanischen Kette auftreten, nicht mit Sicherheit ausgemittelt ist. Während die Engländer nach dem ersten Vorgange Wollaston's vorzüglich in Folge der scharfsinnigen und umfassenden Versuche Faraday's streng der sogenannten chemischen Theorie ergeben sind, sind in neueren Zeiten durch gründliche deutsche Physiker, namentlich durch Fechner und Poggendorff, die erheblichsten Argumente dagegen aufgestellt, und die sogenannte Contacttheorie, wie sie zuerst durch Volta's Genie gleich einer Sonne, die nach allen Seiten ein vorher dunkles Gebiet erleuchtete, hervortrat, von Neuem in Schutz genommen worden, und ich selbst habe mich bemüht, in meiner Revision der Lehre vom Galvano-Voltaismus das Unzureichende und den Thatsachen, so wie allgemeinen Principien der Physik Widersprechende und Willkührliche der bei den Engländern so beliebten sogenannten chemischen Theorie nachzuweisen. Bei dem innigen Zusammenhange, in welchem dieselbe mit der ganzen sogenannten Elektro-*Chemie* steht, ist die Prüfung jener Ansicht von doppeltem Interesse, und darum eben scheinen mir die jetzt mitzutheilenden Ergebnisse einer grofsen Anzahl von Versuchen der Aufmerksamkeit der gerade auch um diesen Gegenstand so hoch verdienten Naturforscher, die den skandinavischen Verein bilden, werth.

Jene Versuche hatten einen dreifachen Zweck:

1) eine neue Prüfung der Versuche über Elektricitätserregung in Folge des chemischen Processes der Zusammensetzung und Zersetzung.

2) Die Ausmittlung der Rolle, welche die sogenannten feuchten Leiter in der galvanischen Kette spielen.

3) Die Ausmittlung eines Versuchs, durch welchen die in der galvanischen Kette erzeugte Elektricität, sofern sie als zersetzende Kraft wirkt, als ganz unabhän-

gig von dem damit jedesmal verknüpften chemischen Processe dargestellt wird.

Was die erste Untersuchung betrifft, so ist es hinlänglich bekannt, dafs Lavoisier und Laplace im Jahre 1781 die ersten Versuche anstellten, durch welche die Elektricitätserregung mit dem chemischen Processe in einen grofsen Zusammenhang gebracht wurde. Diese grofsen Physiker haben zwar die Ergebnisse ihrer Versuche nicht aus diesem Gesichtspunkte aufgefafst, sondern vielmehr auf die Aenderung des Aggregatzustandes bezogen; allein jener Zusammenhang lag zu nahe, um nicht, in dem Maafse als die elektrische Ansicht des chemischen Processes in die Wissenschaft Eingang gewann, aufgefafst zu werden. Sie bedienten sich bei ihren Versuchen des damals von Volta erfundenen Condensators, eines, wenn es mit gehöriger Vorsicht gebraucht wird, unschätzbaren Instruments, um die Entstehung der Elektricität in ihren leisesten Spuren zu entdecken, das aber auch eben so leicht zu den gröfsten Täuschungen Veranlassung geben kann. Dafs solche Täuschungen in Lavoisier's und Laplace's Versuchen stattgefunden haben müssen, wird sich weiter unten ergeben.

Lavoisier und Laplace brachten nämlich wohl isolirte Pokale, in welchen aus Eisenfeile durch verdünnte Schwefelsäure und verdünnte Salpetersäure in dem einen Falle reichlich Wasserstoffgas, in dem andern Salpetergas entwickelt wurden, so wie einen solchen isolirten Pokal, in welchem sich aus pulverisirter Kreide durch Uebergiefsen mit verdünnter Schwefelsäure reichlich kohlensaures Gas entwickelte, vermittelst eines Drahtes mit dem Condensator in Verbindung, und erhielten so sehr auffallende Spuren von *negativer* Elektricität, und zwar mit dem Wasserstoffgase so auffallende, dafs sie aus dem Condensator einen Funken ziehen konnten, mit dem Salpetergase viel weniger auffallende, ungeachtet sie drei Pokale anwendeten. In der Voraussetzung, dafs hiebei durch

durch die entstehenden Dämpfe Elektricität absorbirt und daher das Gefäfs in einem Zustande von negativer Elektricität (Mangel an Elektricität) zurückgelassen werde, stellten sie auch über die Elektricitätserregung durch Verdampfung des Wassers Versuche an, indem sie auf die angezündeten Kohlen in drei isolirten Kohlenbecken, welche mit dem Condensator in Verbindung standen, Wasser gossen. Auch in diesem Falle erhielten sie durch den Condensator Spuren von negativer Elektricität. Als sie aber denselben Versuch mit drei isolirten geheizten Eisenblechöfen, auf welche sie Wasser gossen, und welche mit einem empfindlichen Volta'schen Strohhalm-Elektrometer in Verbindung standen, wiederholten, erhielten sie nur in einem Falle negative Elektricität, in zwei aber positive Elektricität, welches sie davon ableiteten, dafs durch die zugleich stattfindende Verdichtung der Dämpfe mehr gebundene Elektricität wieder in Freiheit gesetzt, als durch die Verdampfung wieder gebunden worden sey. Diese Versuche fallen offenbar in die Kindheit des Gebrauchs des Condensators, durch dessen nicht vorsichtige Behandlung leicht ohne fremde Mitwirkung Elektricität erzeugt werden kann. Aufserdem ist es mir höchst wahrscheinlich, dafs in allen diesen Fällen die Elektricität auf galvanische Weise erzeugt wurde, indem heterogene Metalle, namentlich der metallische Verbindungsdraht und die Eisenfeile mit einander in Berührung kommen. Endlich könnte auch Thermo-Elektricität dabei im Spiele gewesen seyn.

Diese Versuche wurden nun in Beziehung auf die Elektricitätserregung durch Verdampfung des Wassers wiederholt, die erhaltenen Resultate widersprachen sich aber einander. Nun stellte Davy seine trefflichen Versuche an über die Erregung von Elektricität durch wechselseitige Berührung entgegengesetzt chemisch wirkender Körper, und über das elektrische Verhältnifs der wirklichen chemischen Verbindung, und das wichtige Resultat

dieser Versuche war, dafs auch durch den lebhaftesten chemischen Procefs, namentlich durch das Verbrennen des Phosphors, die Verbindung von Säuren und reinen Laugensalzen etc. *keine Spur* von Elektricität erzeugt werde, worauf er seine elektro-chemische Theorie gründete, welcher zufolge die entgegengesetzten Elektricitäten sich zu *Feuer* verbinden, und eben damit gänzlich verschwinden sollen. Diese Versuche sind nun aber in neueren Zeiten durch Pouillet bestritten worden, der zugleich den wahren Grund des Widerspruchs der Versuche unter einander über Elektricitätsentstehung beim Verdampfen des Wassers aufgefunden zu haben glaubte, und der chemischen Theorie der galvanischen Kette eine neue Stütze verschaffte. Pouillet bediente sich bei seinen Versuchen gleichfalls des Condensators, und gab genau die kleinen Kunstgriffe an, die befolgt werden müssen, um entscheidende Resultate zu erhalten, und deren Vernachlässigung vorzüglich den negativen Erfolg in Davy's Versuchen veranlafst habe. Ich übergehe dieses Detail, das man in seinen beiden Abhandlungen nachlesen kann, und theile nur die Hauptresultate der Versuche mit:

1) Blofse Veränderung des Aggregatzustandes hat keine Elektricitätserregung, keine Störung des elektrischen Gleichgewichts zur Folge. Verdampft daher Wasser in Tiegeln aus reinem Platin, so ladet sich der Condensator weder durch die entweichenden Dämpfe noch durch den Tiegel, in welchem die Verdampfung geschieht. Auch Essigsäurehydrat, reine Essigsäure, welche unzersetzt verdampft, erzeugt keine Elektricität.

2) Es findet aber jedesmal Elektricitätserregung statt, wenn das Wasser sich beim Verdampfen von einen andern Körper trennt, der das Gefäfs, aus welchem es verdampft, chemisch verändert. Ist der Körper, von welchem das Wasser verdampft, ein alkalischer, wie Aetzkali, Baryt, Strontian, Kalk, so ladet das Gefäfs, in welchem der fixe alkalische Körper zurückbleibt, den

ondensator mit positiver Elektricität, die Dämpfe entweichen also mit negativer Elektricität; bleibt aber eine säure zurück, wie Schwefelsäure, auch wenn sie nur $\frac{1}{10}$ beträgt, so bleibt das Gefäfs mit negativer Elektricität geladen zurück. Dieselbe Wirkung sollen auch salze, neutrale sowohl als basische und saure haben, das Gefäfs, in welchem der Rückstand sich befindet, ladet den Condensator negativ. Auch die Oxydation der Gefäfse von Eisen, Kupfer, ja selbst von Silber, das dabei anläuft, soll den Condensator negativ laden. Ammoniak soll beim Verdunsten das Wasser im negativen Zustande zurücklassen.

3) Die Verbrennung der Kohle mit der Vorsicht vorgenommen, dafs die sich bildende Kohlensäure nicht an der Kohle hinstreicht, soll die Kohle, mit negativer Elektricität geladen, zurücklassen; die entweichende *Kohlensäure* soll den Condensator *positiv* laden.

4) Beim Verbrennen von Wasserstoffgas, Kohlenwasserstoffgas, Alkohol, soll ein Platindraht, der sich innerhalb der Flamme befindet, den Condensator negativ laden; dagegen soll eine Platinspirale in dem Raume außerhalb der Flamme, bis auf eine Entfernung von 5 Linien von dieser, den Condensator positiv laden. Beim Verbrennen eines aus einer metallenen Röhre hervorströmenden Gemenges von Sauerstoffgas und Wasserstoffgas soll die Röhre positive Elektricität zeigen, zum Beweise, dafs beim Verbrennen überschüssige positive Elektricität erzeugt werde.

Mit diesen Resultaten stimmen die von Becquerel erhaltenen nicht ganz überein, der mit Kupfer- oder Platindrähten die in die Flamme des Wasserstoffgases oder Alkohols oder eines Papiers gehalten, nach Verschiedenheit der Temperatur, bald positive, bald negative Elektricität durch den Condensator, mit welchem der Draht communicirte, erhielt. Ein kupfernes Gefäfs, in welchem Wein-

geist verbrannte, zeigte negative Elcktricität — verbrannte aber der Weingeist durch Hülfe einer Platinspirale in einer aphlogistischen Lampe, und war diese Spirale durch eine Glasröhre vom Kupfergefäfse getrennt, so theilte diese Spirale vermittelst eines anderen Platindrahts dem Condensator negative Elektricität mit, während das Gefäfs positiv sich zeigte.

Man sieht schon aus dieser kurzen Mittheilung, wie wenig Beziehung die Elektricitätserregung auf den chemischen Procefs hat, und wie weit mehr thermo-elektrische Verhältnisse hiebei im Spiele seyn mufsten. Ich gehe aber noch weiter, und behaupte, dafs die genannten Physiker durch das Instrument getäuscht wurden. Unzählige Versuche, die ich besonders über das elcktrische Verhalten der feuchten Leiter gegen die trocknen angestellt habe, haben mich überzeugt, dafs ganz unbedeutende Umstände dem Condensator eine Ladung mittheilen können. Ich habe daher alle Resultate durch viele Gegenversuche so viel wie möglich zu sichern gesucht, und keinem Resultate Vertrauen geschenkt, wenn ich mich nicht durch wiederholte Versuche überzeugt hatte, dafs der Condensator, für sich allein geprüft, auf einen zweiten Condensator keine oder wenigstens eine nur höchst unmerkliche Elektricität übertrug. Die von mir angewandten Condensatoren waren übrigens von der höchsten Empfindlichkeit, mit einer Schicht von Schellackfirnifs beide Platten überzogen. Durch die mehrmalige Uebertragung der condensirten Elektricität von einem Condensator auf einen zweiten ist man im Stande auch die leisesten Spuren von Elektricität wahrnehmbar zu machen, und zu einem Grade zu steigern, dafs nicht blofs die Goldblatt- sondern auch die Strohhalmelektrometer bis zum Anschlagen divergiren. Die Constanz der Wirkung, der Gröfse nach, in dem Verhältnisse der Zahl der Uebertragungen, so wie dem Zeichen nach, ob nämlich die Elektricität sich als positive oder negative zeigt,

sichert bei gehöriger Wiederholung gegen jede Täuschung. In die Platten der Condensatoren waren seitwärts Messingplatten eingeschraubt, um auf dieselben entweder die Gefäfse zu stellen, in welchen die chemischen Processe vorgingen, oder die erzeugten Dämpfe, Gasarten an denselben wegstreifen zu lassen, und um die etwa störende Wirkung auf die Firnifsschicht zu vermeiden, wodurch der Condensator seine Wirkung verlieren konnte, wurden die Stiele, durch welche die Platten eingeschraubt waren, hinlänglich verlängert oder schützende Schirme angewandt. Aufserdem wurden alle Vorsichtsmafsregeln angewandt, um bei Anwendung von Tiegeln von Platin, Silber u. s. w. den elektromotorischen Einflufs zu beseitigen, den die Berührung derselben mit jenen Messingplatten, oder der Materie, welche sie enthielten, z. B. den Eisenfeilen u. s. w., hätte äufsern können, indem die Gefäfse mit Papier ausgekleidet, auf Unterlagen von nassem Papier u. s. w. gelegt wurden.

Das Resultat aller Versuche war, dafs in keinem der verschiedenen Verbrennungsprocesse, so wie in keinem der Zersetzungsprocesse, in welchen sich Gase oder Dämpfe entwickelten, *auch nur* die *leiseste Spur* von Elektricität entwickelt wurde. So verhielten sich namentlich *Schwefel* und *Phosphor*, die in Porcellanschalen verbrannt wurden, von denen aus eine hinlängliche Zuleitung von genäfsten Streifen von Papier oder Amianth zu der Platte, auf welcher sie standen, führte. Auch durch zwanzigfache Uebertragung auf einen zweiten Condensator kam keine Elektricität zum Vorschein, von der eben so wenig eine Spur sich zeigte, wenn die sauren Dämpfe, die sich aus den verbrennenden Körpern entwickelten, gegen die Platte geleitet wurden. Eben so wenig zeigte sich eine Spur von Elektricität, wenn, nach Pouillet's Methode eine Spirale von Platindraht in die Flamme gebracht wurde, oder diese in gröfserer oder kleinerer Entfernung umgab, und von derselben aus eine

Zuleitung durch Platindraht nach dem Condensator geleitet wurde. Ein gleiches negatives Resultat gab im Sauerstoffgase verbrennende Zink, das Wassers gas, der Aether und Alkohol. Nur die Kohle ma in einem Punkte eine Ausnahme. Wenn nämlich Kohlencylinder ganz nach Pouillet's Vorschrift au ner Messingplatte des Condensators, auf dessen Pa überzug sie durch Gummiwasser befestigt waren, so brannt wurden, dafs die erzeugte Kohlensäure nicht ihnen vorbeistreichen konnte, indem sie allmälig von o nach unten sich verzehrten, so wurde der Condens allerdings mit negativer Elektricität geladen, und r achtmaliger Uebertragung kamen die Goldblättchen : Anschlagen. Dagegen theilte die sich dabei entwickel Kohlensäure dem Condensator keine Spur von posit Elektricität mit, wenn auch ganz nach Pouillet's V schrift verfahren wurde. Ich bin daher der Mein dafs die Elektricitätserregung auch in diesem Falle n mit dem chemischen Processe im Zusammenhange st sondern vielmehr auf einem thermo-elektrischen Verh nisse zwischen dem glühenden und dem noch mehr ka unteren Theile der Kohle beruhe, wie diefs bei manc Metalldrähten der Fall ist. Vielleicht könnte auch Elektricitätserregung zwischen der sich bildenden alk schen, auf das befeuchtete Papier herabfallenden As Antheil daran haben, durch deren Berührung alle talle negativ erregt werden.

Auch alle Verdampfungsversuche, so wie Gas bindungen, gaben nur negative Resultate. Weder W serstoffgas, noch Schwefelwasserstoffgas, weder Koh säuregas, noch Salpetergas gab auch in mehreren nuten lang fortgesetzten Versuchen bei der reichlich Entbindung die geringste Spur von Elektricität. Den ben negativen Erfolg gab das Wasser, es mochte g rein verdampfen, oder beim Verdampfen von der Sch felsäure, den Laugensalzen oder Salzen sich abtrenn

Die zweite Reihe der von mir zur Aufklärung der Quelle der Elektricität in der galvanischen Kette mit dem Condensator angestellten Versuche betraf das Verhalten der sogenannten feuchten Leiter des Galvanismus mit den trocknen bei ihrer wechselseitigen Berührung. Hr. Poggendorff hat in neueren Zeiten durch Hülfe des Multiplicators, wenn es also, wie man sich ausdrückt, zum Strome gekommen ist, dieses Verhältnifs gleichfalls zu bestimmen gesucht; er hat aber hiebei zunächst immer nur auf das sogenannte positive, oder das allein oder wenigstens mehr oxydirbare Metall Rücksicht genommen, allein die Stärke und selbst die Richtung dieses Stromes kann nur dann mit Genauigkeit bestimmt werden, wenn man zugleich das elektrische Verhältnifs des sogenannten passiven Metalls mit berücksichtigt, und eben hiezu liefern die Versuche über die blofse Setzung von Spannung die erforderlichen Data, wozu der Condensator unentbehrlich ist.

Bereits in meiner Revision der Lehre vom Galvano-Voltaismus habe ich von mehreren Flüssigkeiten ihr elektrisches Verhalten in der Berührung mit mehreren Metallen genau bestimmt; — ich habe seitdem diese Versuche oft wiederholt, um die Gewifsheit der Constanz der Resultate zu erhalten, und noch auf viele andere Flüssigkeiten ausgedehnt. Namentlich habe ich das Verhalten der ganz concentrirten *Schwefelsäure*, und der ganz *concentrirten Salpetersäure*, und mehrerer Metallsalze, namentlich des *Zinkchlorürs* und *Zinkchlorids*, in verschiedenen Graden der Verdünnung, des salpetersauren Silbers, des salpetersauren Quecksilberoxyduls und Oxyds, des salpetersauren Bleis, des schwefelsauren Eisenoxyds geprüft.

Es würde hier zu weit führen, wenn ich diese Reihen, die durch oft wiederholte Versuche mit grofser Sicherheit bestimmt worden sind, aufzählen wollte; — es mag hier genügen nur einige der Hauptresultate heraus-

zustellen. Die Versuche selbst wurden auf mannichfaltige Art angestellt, indem z. B. Streifen der verschiedenen Metalle auf gleich geformte Pappscheiben, die mit der zu prüfenden Flüssigkeit getränkt waren, gelegt, und die obere Fläche der Metallscheibe mit einer mit destillirtem Wasser getränkten Pappscheibe bedeckt wurde, durch deren Vermittlung die Verbindung mit der Condensatorplatte geschah, oder es wurden U-förmige Röhren genommen, die mit der zu prüfenden Flüssigkeit gefüllt wurden, und in deren einen Schenkel eine Stange oder ein dicker Draht des zu prüfenden Metalls gesteckt wurde, während von dem andern Schenkel aus eine Communication mit dem Finger des Experimentators durch einen in die Flüssigkeit eingetauchten Pappstreifen geschah.

Erstes Resultat. Die Stärke der elektrischen Erregung stand durchaus in keinem gesetzlichen Verhältnisse mit der chemischen Einwirkung. Auch beim gänzlichen Mangel an chemischer Einwirkung fand viele Tage hindurch unverändert starke elektrische Erregung statt. Einen sehr auffallenden Beleg hiezu lieferte der Stahl, der in concentrirter *Salpetersäure* vom ersten Anfange an während 14 Tage sehr starke positive Erregung zeigte, selbst eine stärkere als das Zink mit dem Kupfer, und der in dieser ganzen Zeit nicht im geringsten angegriffen wurde. Eben so zeigte das *Blei* während acht Tage unverändert starke positive Elektricität mit der concentrirten Schwefelsäure; Gold, Platin sehr starke negative Elektricität während vieler Tage mit dem *Aetzkali*; dagegen zeigte Zink in der Salzsäure während des heftigsten Angriffs auf dasselbe nur eine sehr geringe negative Erregung, die vielmehr nach Abnahme derselben zunahm. *Ammoniak* brachte mit *Zink* und *Zinn* eine viel stärkere, und zwar negative Erregung hervor als mit Kupfer, und auch mit Silber stärker als mit diesem. Auch war mit der concentrirten Schwefelsäure, mit der concentrirten Salpetersäure, die im Allgemeinen viel schwä-

cher auf die Metalle wirken, die Erregung viel stärker als mit den verdünnten Säuren.

Einzelne Metalle bringen mit Flüssigkeiten, von denen sie gar keine chemische Einwirkung erfahren, eine eben so starke elektrische Erregung hervor als diejenige ist, welche die am stärksten auf einander in der Berührung wirkenden Metalle zeigen, so z. B. Gold und Platin mit *Aetzkali*, Gold mit salpetersaurem Silber u. s. w.

2) Was die Art der elektrischen Erregung betrifft, mit welcher die verschiedenen Metalle mit den verschiedenen Flüssigkeiten auftreten, so ergeben sich folgende allgemeine Gesetze:

a) Die alkalischen Flüssigkeiten, Aetzkali, Aetznatron, Ammoniak, versetzen im Allgemeinen die Metalle in einen *negativ-elektrischen* Zustand, und zwar in einen um so stärkeren, je näher diese Metalle dem positiven Ende der galvanischen Spannungsreihe liegen, doch ohne dafs diese Ordnung in aller Strenge stattfindet, indem die Metalle nach der Stärke der Erregung geordnet so auf einander folgen:

Zinn, Antimon, Zink, Kupfer, Gold, Platin, Wismuth, Silber.

Die Erregung des Zinns und Zinks durch Aetzkali ist sogar viel stärker als diejenige eben dieser Metalle durch Kupfer.

b) *Concentrirte Säuren*, wie Schwefelsäure, Salpetersäure theilen den Metallen die entgegengesetzte, nämlich die positive mit, namentlich werden *alle Metalle* ohne Ausnahme durch die concentrirte Salpetersäure positiv erregt; gegen die *concentrirte Schwefelsäure* theilen sie sich dagegen in zwei Gruppen, indem die dem negativen Ende der Spannungsreihe näher gelegenen Metalle: Gold, Platin, Kupfer, positiv, die übrigen Metalle dagegen negativ erregt werden; auf gleiche Weise verhält sich

die starke Salzsäure, indem Gold, Platin, Stahl dadurch positiv, die übrigen Metalle, namentlich auch das *Silber*, negativ erregt werden.

c) Für die elektrische Erregung durch die Auflösung der schweren Metallsalze scheint das *allgemeine* Gesetz zu gelten, dafs die Metalle jedesmal diejenige Elektricität annehmen, die sie auch durch die unmittelbare Berührung des in der Auflösung enthaltenen Metalls annehmen. Man könnte glauben, dafs der Grund hievon darin liege, dafs das aufgelöste Metall, aus der Auflösung sich niederschlagend, eine dünne Schicht auf dem eingetauchten Metalle bilde, wodurch eine gewöhnliche galvanische Combination aus zwei Metallen entstehe, die den erwähnten Erfolg geben müsse. Diese Erklärung läfst sich jedoch nicht in allen Fällen anwenden, da sie auch bei Metallen eintritt, die das aufgelöste Metall nicht niederschlagen, wie z. B. beim *Gold* in der *salpetersauren Quecksilberauflösung*. Man könnte daher in dieser Erscheinung ein Argument für die atomistische Ansicht hernehmen, welche voraussetzt, dafs die Körper noch ganz unverändert in ihren Auflösungen existiren — auch könnten diese Versuche dazu dienen, die galvanische Spannungsreihe zu controliren. Zur Erläuterung des angeführten gewifs merkwürdigen Gesetzes will ich nur einige Reihen anführen: 1) In der Auflösung des *salpetersauren Silbers verhielten* sich alle in diesen Versuchen geprüfte *Metalle*, mit Ausnahme *des Platins*, das allein negativ erregt wurde, *positiv*, und zwar wurden sie im Allgemeinen stark erregt, und zwar um so stärker, je näher sie dem positiven Ende stehen, das *Zink* also am stärksten, und sogar stärker als bei Berührung mit *Kupfer*. 2) In der Auflösung des *salpetersauren Quecksilberoxyduls* wur-

den alle Metalle positiv erregt, und was sehr merkwürdig war, die mehr negativen Metalle, wie Gold, Platin, *Silber*, stärker als die mehr positiven Metalle, Eisen, Blei, Zinn, Zink, und letzteres wurde sogar schwach negativ erregt. Ob vielleicht hiebei eine neu entstandene galvanische Combination von Zinkamalgam mit Zink, welches letztere mit ersterem negativ ward, den Erfolg bestimmte, lafs ich dahingestellt seyn. 3) In einer concentrirten Auflösung von *Zinnchlorür* wurden alle Metalle negativ erregt, und um so stärker, je näher sie dem negativen Ende stehen, so dafs z. B. Antimon viel stärker als Wismuth erregt wurde. Zinn selbst zeigte nur eine höchst schwache Erregung, und Zink zeigte eine derjenigen der übrigen Metalle entgegengesetzte Erregung, wie nach dem Gesetze zu erwarten war; es zeigte nämlich eine starke positive Erregung.

3) In den meisten Flüssigkeiten zeigten die meisten Metalle permanent die gleiche Erregung; bei einigen, insbesondere beim Blei und Zink, nahm in einigen Flüssigkeiten die Erregung ab, und verwandelte sich in die entgegengesetzte. Auch verdient noch bemerkt zu werden, dafs sich die stärkste Erregung oft erst eine kurze Zeit nach dem ersten Eintauchen entwickelte. Doch ich würde zu weitläufig werden, wenn ich hier die Reihe aller meiner zahlreichen Versuche mittheilen wollte: die angeführten werden hinreichen, um die gröfsten Bedenklichkeiten gegen die sogenannte chemische Theorie des Galvanismus zu begründen.

Ich theile endlich noch einen Versuch mit, der mir ein Experimentum crucis gegen die Theorie der Uebertragung der Affinität unter der Form der Elektricität erscheinend, wie sie von Faraday, Graham und seinen Anhängern vorgetragen wird, zu seyn scheint.

Es wurden zwei genau in Cubikcentimeter einge-

theilte Röhren vorgerichtet, an welchen im Anfange des unteren Drittheils seitwärts ein kleines Loch sich befand, durch welches ein kleiner Platindraht vollkommen dicht in die Röhre ging, an welchem in der einen Röhre ein Streifen von Zinkblech, in der andern ein gleich grofser Streifen von Platinblech aufgehängt werden konnten. Zur Füllung der Röhren wurde stark verdünnte Schwefelsäure angewandt, und die Röhren in eine Porcellanschale, mit gleicher Flüssigkeit gefüllt, aufgestellt. Es wurde in wiederholten Versuchen genau bestimmt, wie viel Wasserstoffgas der *Zinkstreifen für sich* durch den gewöhnlichen chemischen Procefs in einer genau bestimmten Zeit lieferte. Dieser Versuch wurde mit möglichst ganz gleichen Zinkstreifen wiederholt, und gab übereinstimmende Resultate in Rücksicht auf die Menge des entwickelten Wasserstoffgases. Nun wurde abermals ein solcher Zinkstreifen eingehängt und so schnell als möglich durch seinen Draht mit dem Drahte des Platinstreifens verbunden. Hierdurch wurde begreiflich eine einfache galvanische Kette aus Zink und Platin gebildet. In diesem Falle hätte wenigstens ein Theil der Affinität, durch welche Zink aufgelöst und Wasserstoffgas an demselben entwickelt wurde, auf das Platin übergetragen worden seyn, die Entwicklung des Wasserstoffgases am Zink vermindert, und was daran fehlte, am Platinblech entwikkelt worden seyn müssen. Aber an dem Zinkstreifen entwickelte sich in *gleicher Zeit eben so viel Wasserstoffgas* wie zuvor, und aufserdem trat nun eine, freilich viel geringere, gleichsam accessorische Entwicklung von Wasserstoffgas am Platinblech ein, dem begreiflich eine verhältnifsmäfsig gröfsere Menge Oxyd, die sich am Zink bildete und in der Säure aufgelöst wurde, entsprach. Beide Processe gingen also gleichsam ganz unabhängig von einander vor sich, der chemische Procefs nach wie vor mit gleicher Stärke, indem eben so viel Wasserstoffgas in der Zinkröhre entwickelt wurde, und der von der durch die *Berührung* der *Metalle* unter einander

fortdauernd in Strom versetzten Elektricität abhängige Zersetzungsprocefs, der unter der bestimmten galvanischen Form austrat, indem der Wasserstoff sich am Platin, der Sauerstoff am Zink entwickelte [1]). Es reicht hin, die Thatsache ausgesprochen zu haben, um ihr ganzes Gewicht gegen die chemische Theorie und ihre Beweiskraft für die Contacttheorie zu erkennen.

(Schlufs im nächsten Heft.)

VII. *Ueber eine Beobachtung, betreffend den die elektrische Ladung trennenden Nichtleiter; von K. W. Knochenhauer.*

Aus seinen in diesen Annalen, Bd. XXXXVI, mitgetheilten Versuchen hat bekanntlich Faraday den merkwürdigen Satz hergeleitet, dafs die Theilchen des eine elektrische Ladung trennenden Nichtleiters eine polare Stellung annehmen, weil der Nichtleiter, je nach seiner Natur, mehr oder weniger das wechselseitige Binden der Elektricitäten befördert. Je wichtiger nun dieser Satz ist und jemehr er die bisherigen Ansichten über die Wirkungsweise der Elektricität modificiren mufs, um desto mehr scheint mir auch jede Beobachtung, welche über dieses Verhältnifs nähere Auskunft geben kann, einige Beachtung zu verdienen, und demnach erlaube ich mir das Folgende mitzutheilen.

Bei meinen Versuchen, welche ich anstellte, um mich von den von Faraday gegebenen Belegen zu seinem Satze zu überzeugen, bediente ich mich eines Bohnenberger'schen Elektrometers, dessen Pole einen Abstand von beiläufig 14 Par. Linien hatten; dennoch schraubte ich eine messingene Condensatorplatte von 27 Lin. Durchmesser daran, und befestigte die andere in einem belie-

1) Denselben Versuch habe auch ich vor längerer Zeit angestellt (vergl. Ann. Bd. XXXXIX S. 72), doch nicht mit ganz demselben Erfolg, worüber künftig mehr. P.

bigen senkrechten Abstande darüber an einem isolirenden Träger. Aufserdem verfertigte ich mir eine Schellackplatte von $6\frac{1}{2}$ Linien Dicke und eine Schwefelplatte von 7 Linien Dicke, beide von etwa 29 Linien Durchmesser; diese Platten befestigte ich an hinreichend langen Schwefelstielen. Wenn ich jetzt der oberen Messingscheibe eine schwache positive Ladung mitgetheilt und die untere ableitend berührt hatte, so bewegte ich die nichtleitende Platte in den die Messingstäbe trennenden Zwischenraum, und bemerkte, gerade wie es Faraday angiebt, dafs unmittelbar mit dem Einschieben das Goldblättchen des Elektrometers freie positive Elektricität anzeigte, so dafs also jetzt auf der unteren Scheibe mehr negative gebunden war. Die sogleich nachher vorgenommene Prüfung der Schellack- oder Schwefelplatte wiefs mir auch aus, dafs sie ganz frei von Elektricität waren. Als ich indefs diese Versuche häufiger wiederholte, beobachtete ich, dafs ich das Goldblättchen in regelmäfsige Schwingungen versetzen konnte, wenn ich in dem, die Condensatorscheiben trennenden Zwischenraum die nichtleitende Platte auf und nieder bewegte, und zwar ging das Blättchen nach dem negativen Pol zu, sobald die Platte nach unten, umgekehrt nach dem positiven zu, sobald sie nach oben geführt wurde. Brachte ich die Platte bis auf die untere Messingscheibe, so folgte ein stärkerer positiver Ausschlag. — Dafs die Bewegung des Stiels oder der Hand an dieser schwingenden Bewegung keinen Theil hatte, liefs sich mit Leichtigkeit ermitteln; dagegen wurden die Platten bisweilen nach der Berührung der unteren Condensatorscheibe im negativ elektrischen Zustande befunden, und hatten dann positive Elektricität mitgetheilt. Dafs nun, wenn diefs durchgehends der Fall gewesen wäre, die isolirende Platte eben so gewirkt hätte, wie eine wenigstens schwach leitende, ist ersichtlich, und dann fände der ganze Hergang sehr bald seine Erledigung. Denn nimmt man eine etwas

leitende Platte, etwa eine Pappschachtel, befestigt sie ebenfalls an einen nichtleitenden Stiel, und bringt sie in den Zwischenraum zwischen den Condensatorscheiben ein, so wird ebenfalls das Elektrometer beim Einschieben der Platte freie positive Elektricität anzeigen, und das Goldblättchen schwingt ebenfalls regelmäfsig bei der genannten Bewegung. Um also über diesen Punkt in Sicherheit zu kommen, gofs ich eine ganz neue Schellackplatte von 7 Linien Dicke, befestigte sie an ihren Stiel und erwärmte sie noch einmal an ihrer Oberfläche; von jetzt aber vermied ich, sie irgenwie mit den Fingern zu berühren, sondern that es, wo es nöthig war, mit einem seidenen Tuche. Eben so schabte ich die Schwefelplatte, sie immer an ihrem Stiele haltend, vorsichtig mit Glas ab, und entfernte die dadurch erregte positive Elektricität, nachdem ich sie durch Berührung mit Stanniol fortzuschaffen vergeblich versucht hatte, durch leichtes Ueberfahren mit Seide, das im Gegensatz negative Elektricität hervorbrachte. Als ich hierauf mit diesen Platten, die nach meiner Meinung nichts zu wünschen übrig liefsen, das vorige Experiment wiederholte, fand ich dieselben Schwingungen, auch denselben etwas stärkeren Ausschlag bei der Berührung der unteren Condensatorscheibe; dagegen waren jetzt auch nach dieser Berührung die nichtleitenden Platten ganz frei von aller Elektricität geblieben. Da ich hiernach über den Erfolg dieses Versuches auch bei guten nichtleitenden Platten nicht weiter in Zweifel seyn kann, so folgt aus ihm, bei Annahme des von Faraday aufgestellten Satzes, dafs der polare Zustand in den Theilchen des Nichtleiters nicht augenblicklich wieder verschwindet, sondern, wenigstens zum Theil, durch eine Art Coërcitivkraft noch so lange erhalten wird, als die auf- und niedergehende Bewegung dauert; in diesem Zustande würde die einmal in einen gewissen intensiv polaren Zustand gesetzte Platte in einem geringeren Abstand von einem Leiter mehr der

ihren zugewandten Polen entgegengesetzten Elektricität auf ihm binden und umgekehrt bei gröfserem Abstande wieder frei lassen. Ein ähnliches Resultat hat auch schon Faraday aus andern Versuchen, namentlich über den Rückstand bei der Ladung gefolgert. — Allein so oft ich den ganzen Hergang mit dem ihm ganz ähnlichen bei einer etwas leitenden Platte verglich, so oft konnte ich mir aus dem Vergleich den Schlufs nicht versagen, dafs auch hier bei der nichtleitenden Platte eben eine solche Vertheilung stattfinden möchte, die sich dann wieder mit der Annahme eines polaren Zustandes der Theilchen nicht vertragen könnte. Es läfst sich freilich nicht läugnen, dafs bei der Voraussetzung einer auf der nichtleitenden Platte bewirkten Vertheilung es auffallen müfste, wie diese Vertheilung nicht noch hinterher bei der Prüfung wenigstens in etwas fortbestehen sollte; denn so oft ich auch selbst die Vertheilung auf Nichtleitern bei andern Versuchen wahrgenommen hatte, so beobachtete ich doch immer, dafs sie dieselbe niemals sogleich wieder verloren. Doch hat man, wie ich glaube, auch noch einen andern Umstand in Betrachtung zu ziehen; die nichtleitende Platte trennt nämlich die Luft und bildet aus ihr rings um sich herum, wenn ich so sagen darf, einen begränzten Luftkörper. Die Luft aber ist nach allen bisherigen Versuchen kein so schlechter Leiter auf ihrer Oberfläche (so trennt ja der Funke die Luft und geht an der gebildeten Oberfläche derselben entlang), als dafs man nicht annehmen dürfte, der Luftkörper vertrete hier die Stelle eines mäfsigen Leiters; es ziehe also die freie positive Elektricität auf der oberen Condensatorscheibe die negative nach sich, und treibe die positive auf die untere Seite des Luftkörpers; dann folgt die Bewegung des Goldblättchens auf höchst einfache Weise, und zugleich erklärt sich auch der stärkere bindende Einflufs der nichtleitenden Platten, ohne dafs man den von Faraday gegebenen Satz zu Hülfe nähme. — Ein Versuch

kann

ann nach meiner Ansicht die Sache entscheiden; bildet nan sich nämlich aus einer dünnen nichtleitenden Substanz einen hohlen Körper, dem man die Form einer Platte giebt, und beobachtet, ob er ganz dieselbe Wirkung wie ein massiver hervorbringt, so ist bei erfolgender Wirkung Faraday's Ansicht widerlegt, im entgegengesetzten Falle bestätigt; denn zwei selbst leitende Scheiben, in einer beliebigen Entfernung parallel zu einander an einem isolirenden Stiele befestigt, geben, wie ich mich überzeugt habe, keine Wirkung, eben so wenig kann sie der die Scheiben verbindende Rand für sich allein hervorbringen; die Verbindung des Randes mit den Scheiben aber giebt die Platte, um deren Wirkung es sich handelt. Um das Experiment selbst anzustellen, überzog ich ein Stück seidenen Zeuges auf beiden Seiten mit in Spiritus gelöstem Schellack viele Male nach einander, bis ich ein steifes Blatt bekam, diefs liefs ich lange in der Sonne trocknen, schnitt es darauf so zu, dafs ich zwei Schachteldeckel erhielt, deren Rand ich mit Seide angenäht hatte; beide Deckel schob ich darauf wie eine Schachtel zusammen, liefs zur Vorsicht im Rande eine weitere Oeffnung, und überzog das Ganze noch einmal mit Schellack. Als alles wohl getrocknet war, brachte ich die Schachtel an einen isolirenden Stiel, wiederholte die Versuche, und erhielt gerade dieselben Wirkungen als von einer massiven nichtleitenden Platte. Nach diesem Versuche würde ich über den Hergang entscheiden, wenn ich ganz sicher seyn könnte, dafs die Oberflächen meiner Schachtel, und zwar namentlich die innere, theils in der langen Zeit des Trocknens, theils bei der Verfertigung der Schachtel ganz rein und unversehrt geblieben wären; allein diefs möchte ich selbst nicht eher annehmen, als bis dieser Versuch durch Andere bestätigt ist, und so lange will ich lieber die Entscheidung aussetzen.

VIII. „*Phänomene der Calefaction*“; *von Hrn.* ***Boutigny.***

(Aus einem Bericht des Hrn. Robiquet über die der Pariser Academie unter obigem Titel eingesandten Abhandlung; *Compt. rend. T. X p.* 397.)

Allgemein bekannt ist die sonderbare Erscheinung, welche das Wasser beim Auftröpfeln auf eine sehr heifse Metallfläche darbietet, und dennoch hat man noch keine recht genügende Erklärung von derselben; ja sie hat, bis in die neuesten Zeiten, nur die Aufmerksamkeit einer sehr geringen Zahl von Physikern auf sich gezogen. Eller scheint sich zuerst mit ihr beschäftigt zu haben; allein er begnügte sich, sie zu beobachten und zu beschreiben [1]). In einem Tractat, betitelt: *De aquae communis qualitatibus*, gedruckt zu Duisburg 1756, sagt Leidenfrost, er habe beobachtet, dafs ein Tropfen Wasser, in einen weifsroth glühenden eisernen Löffel gebracht, sehr lange Zeit zum Verdampfen gebrauche und dabei ein Kügelchen bilde, welches sich entweder drehe oder unbeweglich bleibe und durchsichtig sey wie ein Krystall. Im J. 1802 wurde dieser Versuch von Klaproth wiederholt [2]). Er machte ihn in Schälchen von Eisen, Platin und Silber, und fand, dafs, beim Weifsrothglühen, die Dauer der Verdampfung nicht gleich sey in diesen Metallen. Um die Ursache dieser Erscheinung zu ermitteln, überzog Rumford einen Silberlöffel inwendig mit Rufs, indem er ihn über eine Kerzenflamme hielt, und schüttete darauf einen Tropfen Wasser hinein, welcher sich in gewöhnlicher Temperatur zu einem Kügelchen abrundete, da er die be-

1) *Histoire de l'académie de Berlin* 1746, *p.* 2.

2) *Journ de Physiq.*, 1802, *p.* 62. (Gehlen's N. Journ. Bd. VII S. 646.)

rufste Fläche nicht zu netzen vermochte. Darauf konnte er den Löffel so weit erhitzen, dafs er den Stiel nicht mehr zu halten vermochte, ohne dafs der Wassertropfen sich merklich erhitzte. Rumford glaubte hieraus schliefsen zu dürfen, dafs der Wassertropfen die Wärme reflectire und nicht in sein Inneres treten lasse. In einer i. J. 1825 vor der Academie gelesenen Abhandlung berichtet Hr. Pouillet [1]) viele Versuche, die er unternommen, um die bei chemischen Actionen sich entwickelnde Elektricität aufzufinden, und sagt dabei, dafs es ihm gelungen sey, einen grofsen weifsroth glühenden Platintiegel bis zur Hälfte mit Wasser zu füllen und darin eine Viertelstunde zu erhalten, ohne dafs es eine Bewegung oder merkliche Abnahme zeigte. Dagegen beobachtete er, dafs Wasser, mit Dinte oder feinem Kohlenpulver versetzt, sehr rasch verdampfte, und schlofs daraus, das Phänomen entspringe wahrscheinlich aus der Leichtigkeit, mit welcher die strahlende Wärme stark erhitzter Körper verschiedene Mittel durchdringe. Es könnte wohl seyn, setzt Hr. Pouillet hinzu, dafs die von den weifsroth glühenden Wänden des Tiegels ausgesandte Wärme durch das Wasser ginge, ohne absorbirt zu werden, und folglich ohne dasselbe so stark zu erhitzen als es weniger heifse Strahlen thun.

Seitdem hat Hr. Le Chevallier [2]), wie Hr. Pouillet, gefunden, dafs wenn man Wasser tropfenweise in einen weifsroth glühenden Platintiegel fallen läfst, man diesen ganz damit füllen und das Wasser lange Zeit ohne beträchtliche Verdampfung darin erhalten kann, dafs aber dasselbe, so wie der vom Feuer abgenommene Tiegel bis unter Braunrothhitze herabgesunken ist, plötzlich in volles Sieden geräth und sich rasch in Dämpfe verwandelt. Ueberdiefs hat Hr. Ch. gesehen, dafs, wenn er Wasser in ein glühendes Metallgefäfs schüttete, dasselbe

1) *Ann. de chim. et de phys. T. XXXVI p.* 5.
2) *Journ. de Pharmacie*, 1830, *T. XVI p.* 666.

durch einen Stöpsel von gleichem Metall genau verschloſs und darauf nach einiger Zeit öffnete, alsdann die Spannung der Dämpfe keine Zunahme, folglich die Temperatur der Flüssigkeit keine Erhöhung zeigte, obwohl während der Zeit kein Dampf entwichen war.

Gleichergestalt hat Perkins bemerkt, daſs wenn man in einem Dampf-Erzeuger eine kleine Oeffnung macht und nun denselben erhitzt, zwar anfangs ein geringes Ausströmen des Dampfes stattfindet, dasselbe aber bald aufhört, so wie das Gefäſs die Rothgluth erreicht [1]).

Im Jahr 1836 unternahm Hr. Baudrimont eine Reihe Versuche, um die Unrichtigkeit aller vor ihm aufgestellten Meinungen zu erweisen, und zu zeigen, daſs alle von Hrn. Le Chevallier beobachteten Thatsachen mit der gröſsten Leichtigkeit durch Verdampfung der Flüssigkeit erklärt werden könnten. Nach Hrn. B. muſs der Dampf, wenn er rasch genug gebildet wird, die Flüssigkeit heben, und verhindern, daſs sie das Gefäſs benäſst. Die Flüssigkeit könne sich alsdann nur durch Strahlung erwärmen, erzeuge aber fortwährend Dampf, welcher ihr die Berührungswärme entzieht. Daraus folge, daſs die Flüssigkeit sich nicht weiter erhitzen und ganz unmöglich sieden könne, denn dazu sey erforderlich, daſs die Flüssigkeit an der Wand des Gefäſses hafte, damit der Dampf, indem er sich gegen dieselbe stütze, die Cohäsion der Flüssigkeit überwinden könne, eher als die Adhärenz derselben zum Gefäſse [2]).

1) S. Ann. Bd. XII S. 316, womit auch die Versuche von Buff (Ann. Bd. XXV S. 595) zu vergleichen sind. *P.*

2) Unter den von Baudrimont gefundenen Resultaten (*Ann. de chim. et de phys. T. LXI p.* 319) mögen hier noch folgende eine Stelle finden. Er suchte zunächst die Temperatur des im glühenden Platintiegel rotirenden Wassers zu bestimmen, indem er dasselbe in 5 Grm. kalten Wassers schüttete, und die Temperatur des Gemenges beobachtete oder eigentlich das eintretende Maximum, da die Temperatur schnell wiederum sank. Er bediente sich dabei der Formel

Hr. Laurent dagegen machte Versuche, die ihn zu noch anderen Schlüssen führten. Er fand zunächst,

$Mt = mT$, worin m die Masse des heiſsen Wassers, M die Masse des Gemenges, t den Unterschied zwischen den Temperaturen des Gemenges und des kalten Wassers, und T die gesuchte Temperatur des heiſsen Wassers bezeichnet. Auf diese Weise fand er:

Hitze des Gefäſses.	Temperatur der 5 Grm. Wass.	Temperatur d. Gemenges	Masse d. heiſsen Wassers.	Temperatur T.
Dunkelroth	12°,3	14°,3	0,29 Grm.	36°,48 C.
Roth	13 ,8	17 ,5	0,50 -	49 ,5 -
Weiſsroth	13	18 ,8	0,61 -	50 ,61 -

[Diese Resultate können offenbar aus mehren Ursachen auf keine Genauigkeit Anspruch machen; sie stimmen auch wenig mit dem eines früheren Versuchs von Döbereiner (Schweigg. Journ. Bd. XXIX S. 45), bei welchem durch allmäliges Eintröpfeln von Wasser in einen glühenden Platintiegel eine Kugel von solcher Gröſse gebildet wurde, daſs ein Thermometer hineingesenkt werden konnte. Dasselbe schwankte dann zwischen 79 und 81° R. *P.*]

Ferner fand B., daſs die Verdampfung des Wassers mit den Graden der Glühhitze beschleunigt werde. 0,465 Grm. Wasser gebrauchten zur vollständigen Verdampfung, bei der niedrigsten Temperatur (welche das Phänomen erfordert und bei Tageslicht noch kein sichtbares Glühen bewirkt) 3′ 7″, bei Dunkelrothgluth 2′ 18″, bei Kirschrothgluth 1′ 59″, bei Rothgluth 1′ 39″, bei lebhafter Rothgluth 1′ 22″, bei Weiſsrothgluth 1′ 6″.

Dann glaubt er gefunden zu haben, daſs die Verdampfungszeit nicht den Massen proportional sey. Er schlieſst dieſs aus folgenden Resultaten:

Substanzen.	Gewicht.	Verdampfungszeit.
Schwefelsäure	0,062 Grm.	0′ 24″
	0,124	0 33
	0,186	0 40
	0,310	0 54
Holzgeist	0,340	0 49
	1,370	1 36
Alkohol	0,270	0 35
	2,280	1 47
Aether, wasserhaltig	0,450	0 27
	1,430	0 57
Terpenthinöl	0,490	0 25

dafs ein Volum Wasser in einem benäfsten und erkalteten Tiegel fünf Mal schneller verdampfe als in einem rothglühenden.

Allgemein nahm man an, dafs das Wasser bei diesen Versuchen die Wand des rothglühenden Tiegels nicht berühre, vielmehr von einer Dampfschicht getragen werde, und daraus schlofs man, dafs das Sieden desselben unmöglich sey. Hr. Laurent sagt, das Wasser berühre zwar den Tiegel nicht fortwährend, allein es tanze darauf gleich einer Billardkugel, die man auf eine horizontale Fläche fallen läfst. Der Wassertropfen ist, nach ihm, einer in jeden Augenblick sich ändernden Vibrationsbewegung unterworfen, und diese Bewegung wird erzeugt durch den Dampf, der sich unter dem Tropfen bildet, jedesmal wenn derselbe den Tiegel berührt, d. h. der durch den Dampf gehobene Wassertropfen sinke nieder, um wieder gehoben zu werden, und so fort.

Hr. Boutigny hält alle bisher gegebenen Erklärungen für unzulässig, aber dennoch stellt er keine neue

Er selbst bemerkt indefs, dafs die Umstände bei diesen Versuchen nicht immer dieselben waren, auch dafs die Temperatur, bei welcher das Phänomen beginnt, desto niedriger liegt, je flüchtiger die angewandte Substanz ist. Brennbare Flüssigkeiten entzünden sich gewöhnlich, und wenn diefs der Fall ist, zeigen sie zwar das Phänomen noch unter der Flamme, verdampfen aber schneller als ohne Flamme. Eine Quantität Aether (gleich dem Volum von 0,465 Grm. Wasser), die zum Verdampfen ohne Flamme 0′ 33″ gebrauchte, erforderte in der Flamme nur 0′ 15″. Dabei ist indefs zu bemerken, dafs, um das Verdampfen ohne Entflammung geschehen zu lassen, die Temperatur niedriger gehalten werden mufste, als im andern Fall.

Endlich fand B., dafs die Erscheinung nicht blofs auf Metallen, sondern auch andern Substanzen, bei gehöriger Erhitzung derselben, vor sich gehe, was letzteres indefs schon von Fischer beobachtet worden ist, so wie denn auch dieser die scharfen und eigenthümlichen Gerüche wahrgenommen hat, welche sich bei Anstellung des Leidenfrost'schen Versuchs mit Alkohol, Aether, Weinöl, Terpenthinöl und andern ätherischen Oelen entwickeln. (S. Annalen, Bd. XIX S. 514. Bd. XXI S. 163).

auf; allein er giebt seine Abhandlung nur als den Vorläufer einer langen Arbeit, die ihn fortdauernd beschäftigt und vermuthlich zu eigenthümlichen Ansichten führen wird. Hier sollen nur einige der in dem ersten Theile beschriebenen Hauptversuche erwähnt werden.

Man war allgemein der Ansicht, dafs das Wasser die Erscheinung, welcher Hr. B., nicht eben passend, den Namen *Calefaction* gegeben hat, nur in einer sehr hohen Temperatur zeigen könne, und dennoch zeigt sie sich recht deutlich in einem kleinen Tiegel von Blei, einem Metall, welches bei 260° C. schmilzt. Daraus mufs man mit Hrn. B. schliefsen, dafs das Wasser sich etwas unterhalb dieses Punktes *caleficiren* könne; über diese Temperatur hinaus erzeugt sich aber die *Calefaction* (um des Verfassers Ausdruck beizubehalten) mit mehr oder weniger Intensität. Hr. B. äufsert die Meinung, diese Erscheinung könne wohl eine wichtige Rolle bei der Explosion von Dampfkesseln spielen, und beabsichtigt, diefs näher zu untersuchen.

Der Verfasser hat diese Gattung von Versuchen sehr vermannigfacht, sie angestellt mit Alkohol in verschiedenem Grade der Concentration, Aether, Terpenthinöl, Citronenöl, Alkali und Salzlösungen, Säuren u. s. w. Schon Pouillet studirte diese Wirkungen eines instantanen Wärme-Einflusses bei wäfsrigen Lösungen von Baryt, Strontian, Kali und Natron, und gelangte zu dem recht merkwürdigen Resultat, dafs, während der ganzen Dauer des Versuchs, der sich verflüchtigende Körper gegen den zurückbleibenden im entgegengesetzten Elektricitätszustande befindlich sey.

Wir können hier nicht im Detail alle Versuche des Hrn. B. wiedergeben; allein wir erlauben uns einige anzuführen, die uns von grofsem Interesse zu seyn scheinen.

Einer derselben ist mit Aether angestellt. Hr. B. hat gesehen, dafs diese Flüssigkeit, in einen fast rothglühenden Platintiegel getröpfelt, sich so gut wie Was-

ser calificirt, d. h. ohne Zeichen von Sieden zu äufsern sich abrundet, rasch rotirt und den Tiegel nicht zu benetzen scheint. Dennoch nimmt seine Masse beständig ab, wiewohl weit langsamer als wenn das Gefäfs kalt wäre. Während dieser langsamen Verdampfung entwikkelt sich ein sehr stechender Geruch, der nichts mit dem vom Aether gemein hat. Hr. B. leitete ihn anfangs von Ameisensäure her, glaubt aber jetzt, es sey Aldehyd, welches in der That einen sehr analogen Geruch besitzt. Wir haben gesucht in dieser Beziehung einige Gewifsheit zu erlangen, indem wir den sonderbaren Versuch in einem verschlossenen Gefäfse anstellten. Allein wir haben kein Resultat erhalten; das Destillat bestand nur aus etwas empyreumatisch gewordenem Aether. Der Verfasser glaubt, dafs der Zutritt der Luft unumgänglich sey zur Erzeugung dieses stechenden Dampfs.

Arbeitend unter den von Hrn. B. angezeigten Umständen, haben wir eine recht interessante Bemerkung gemacht. Wir hielten in den Tiegel einen Streifen Lackmuspapier, um zu sehen, ob der Dampf sauer sey; dabei sahen wir, dafs, während der hineingehaltene Theil seine Farbe unverändert behielt, der in der Ebene der Mündung befindliche roth wurde. Die Temperatur war also an dieser Stelle höher, und daraus ist zu schliefsen, dafs dort eine langsame Verbrennung stattfinde, analog der, welche bei den schönen Döbereiner'schen Versuchen entsteht.

Ein anderer, noch merkwürdigerer Versuch des Hrn. Boutigny ist der mit wasserfreier schwefliger Säure. Man weifs, dafs diese Säure äufserst flüchtig ist, sich flüssig nur in verschlossenen Gefäfsen aufbewahren läfst, und sogleich unter Sieden in den Gaszustand zurückkehrt, so wie man ihr den Austritt verstattet. Dessen ungeachtet hatte Hr. B. den glücklichen Gedanken, sie auf ihre Calefaction zu untersuchen, und er hat gesehen, dafs sie, wenn man einige Tropfen derselben in ein fast roth-

glühendes Platinschälchen schüttet, gleiche Erscheinungen wie die anderen Flüssigkeiten darbietet. Anfangs läuft sie stark umher, dann rundet sie sich ab, steht still, opalescirt und scheint selbst zu krystallisiren. Faſst man das Schälchen mit einer Pincette und schüttet das kleine Sphäroïd in die Hand, so bekommt man die Empfindung von Kälte. Hr. B. glaubte anfangs, daſs die schweflige Säure, während dieser Art von Stabilität, die sie zeigt, Sauerstoff aus der Luft anziehe und in Schwefelsäure übergehe; allein da sich dieses nicht als richtig erwieſs, so setzte er darauf voraus, die schweflige Säure erfahre eine solche Erkältung, daſs sie gestarre.

Indeſs, da Hr. Bussy nur mittelst der auſerordentlichen Kälte, welche schneeförmige Kohlensäure bei Benetzung mit Aether erzeugt, diese Gestarrung bewirken konnte, so scheint es mir unmöglich anzunehmen, daſs eine solche Temperatur-Erniedrigung unter so ungünstigen Umständen stattfinden könne. Es bleibt indeſs einleuchtend, daſs eine Erkaltung stattfand; aber was man vernünftigerweise annehmen kann, ist: daſs die Verdunstung, obwohl geringer als unter den gewöhnlichen Umständen, noch so viel Kälte erzeuge, daſs, nicht die schweflige Säure für sich, sondern ein aus dieser und der Feuchtigkeit der Luft gebildetes Hydrat gefriere. In der That, schüttet man das solide Kügelchen durch eine rasche Bewegung in eine Röhre und verschlieſst diese sogleich, so sieht man das Kügelchen verschwinden, aber nicht ohne Rückstand. Auf der Stelle, wo es lag, bemerkt man gleichsam einen Thau, der noch verweilt, selbst wenn man die Röhre öffnet. Mag übrigens diese Gestarrung die angezeigte oder irgend eine andere Ursache haben, so ist doch die Erscheinung nicht minder sonderbar und beachtenswerth.

Zusatz. In einer späteren Note bemerkt Hr. Boutigny, es habe Hr. Delattre, Professor der Mathematik am Collége zu Evreux, die Beobachtung gemacht,

dafs die Körper sich im Vacuo eben so wie in freier Luft in dem (wie er ihn nennt)[1] sphaeroïdalen Zustand erhalten. In Gemeinschaft mit Diesem die Angabe prüfend, fand er sie bei Wasser, Aether und wasserfreier schwefliger Säure vollkommen richtig. Er setzt noch hinzu, dafs die Erscheinungen der sogenannten Calefaction auch bei einer Temperatur vor sich gehen, welche die Oberfläche einer Schale Silber von 0,875 Feingehalt blind mache und oxydire. (*Compt. rend. T. XI p.* 362.)

IX. *Untersuchung der Bestandtheile des Bitterwassers von Saidschütz in Böhmen; von J. J. Berzelius.*

(Mitgetheilt vom Hrn. Verf. aus den *Kongl. Vetensk. Acad. Handling. för* 1839.)

Diefs Wasser, welches sich in gegrabenen Brunnen aus den benachbarten Erdschichten sammelt, und folglich nicht zur Klasse der lebendigen Quellen gehört, scheint seine Bestandtheile durch die Auslaugung jener Schichten mittelst des herabgedrungenen Meteorwassers zu erhalten. Diefs erhellt aus den Versuchen von Struve[2], welcher vor mir diefs Wasser analysirt und dabei gefunden hat, dafs es dieselben Bestandtheile in fast denselben Verhältnissen enthält, welche man aus der etwas tief heraufgeholten Erde theils mit reinem, theils mit kohlesäurehaltigem Wasser ausziehen kann. Diese Erde

1) Hr. B. glaubt nämlich vier Aggregatzustände annehmen zu dürfen: den starren, den flüssigen, den gasigen und den sphäroïdalen! Unter letzterem versteht er den, wo die Flüssigkeit in Form einer Perle auf einer heifsen Metallfläche verweilt. *P.*

2) Poggendorff's Annalen, Bd. VII S. 350.

scheint ein Erzeugnifs der Verwitterung vulkanischer Urgebirgsmassen zu seyn.

Struve fand in 1000 Th. dieses Wassers folgende Stoffe aufgelöst:

Schwefelsaures Kali	0,63724
Schwefelsaures Natron	3,05940
Schwefelsaure Strontianerde	0,00599
Schwefelsaure Kalkerde	0,19596
Schwefelsaure Talkerde	10,82528
Salpetersaure Talkerde	1,33810
Chlormagnesium	0,22742
Kohlensaure Kalkerde	0,08362
Kohlensaure Talkerde	0,14297
Eisenoxyd und Manganoxyd	0,00221
Basisch phosphorsaure Kalkerde	0,00208
Basisch phosphorsaure Thonerde	0,00156
Kieselerde	0,01562
	16,55243.

Wie diese Analyse bewerkstelligt worden, findet sich nicht beschrieben.

Ich habe die Untersuchung dieses Wassers auf Veranlassung einer Aufforderung des Dr. Reufs in Bilin vorgenommen, und mich derselben um so lieber unterzogen, als ich nie zuvor ein Wasser von dieser Zusammensetzung analysirt habe. Es wurde mir in grofsen, klaren, mit eingeriebenen Stöpseln verschlossenen Glasflaschen übersandt, deren jede etwa 1500 Grammen Wasser fafste. Ueberdiefs hatte der Dr. Reufs auf mein Begehr eine grofse Menge Wasser eintrocknen lassen, und ich erhielt somit mehre Pfunde trocknen Salzes. Ich beabsichtigte, darin diejenigen Stoffe aufzusuchen, die möglicherweise im Wasser in zu geringer Menge enthalten seyen, als dafs sie in der kleinen Menge Salz, die bei der Analyse durch Abdampfung des übersandten Wassers erhalten werden konnte, aufzufinden gewesen wären.

Das Wasser ist klar, blafsgelb, ohne Geruch und stark nach Bittersalz schmeckend. Sein specifisches Gewicht =1,01808. Auf der Innenseite der Flasche hatte sich, doch wahrscheinlich erst nach dem Ausgiefsen des Wassers, ein geringer Ueberzug gebildet, und auf dem Boden hatten sich ein Paar leichter und dunkler Flokken gesammelt.

Die Analyse dieses Wassers bietet dieselben Schwierigkeiten dar, wie die aller Chlormagnesium enthaltender Wässer, dafs nämlich nach Abdunstung des Wassers die rückständige Salzmasse nicht ohne Verlust an Salzsäure getrocknet, und folglich der Gehalt an aufgelösten Stoffen auf diese Weise nicht mit voller Genauigkeit gefunden werden kann.

Versuche, das Gewicht des Rückstandes vom Wasser zu bestimmen.

1) 38,846 Grm. wurden in einem gewogenen Platintiegel, im Wasserbade, zur Trockne abgedunstet. Der Rückstand wog 1,0185 Grm. oder 2,9527 Procent vom Gewicht des Wassers.

2) Weiter erhitzt, bei +125° C., so lange es noch etwas verlor, blieben 0,935 oder 2,40692 Proc. vom Gewicht des Wassers zurück. Dieser Rückstand kann als eine einigermafsen nahe Annäherung zum wahren Gehalt an aufgelösten Stoffen betrachtet werden.

3) Als die Salzmasse bis zum anfangenden Glühen erhitzt wurde, roch sie deutlich sauer, und der Rückstand wog nicht mehr als 0,701 Grm. Bei Wiederauflösung im Wasser blieb ein reichlicher Rückstand, und die filtrirte Salzlösung, abermals eingetrocknet, löste sich in Wasser wiederum mit Zurücklassung eines unlöslichen Rückstandes.

Daraus folgt also klar, dafs keine quantitative Analyse der eingetrockneten Salzmasse einen richtigen Begriff von den relativen Mengen der im Wasser enthal-

tenen Salze geben kann. Es blieb also nur übrig, für bestimmte Wassermengen, die Menge eines jeden Bestandtheils einzeln festzustellen, nachdem ermittelt worden, welche Bestandtheile im Wasser enthalten seyen.

Versuche zur Bestimmung, was für Stoffe und wie viel davon im Wasser enthalten seyen.

Um zu solchen Zwecken bei den verschiedenen Versuchen immer genau gleiche Wassermengen anzuwenden, bediente ich mich einer Flasche mit eingeriebenem Stöpsel, füllte sie mit dem Wasser, so dafs keine Luftblase an den Seiten zurückblieb, setzte den Stöpsel auf, so dafs die Flasche gänzlich gefüllt ward, und trocknete dann das abgelaufene Wasser ab. Die als Maafs gebrauchte Flasche fafste 632,661 Grm. reinen destillirten Wassers und 644,1035 Grm. Bitterwasser bei 18° C., woraus das specifische Gewicht berechnet ward. Werden hierauf, nach Ausgiefsung des Wassers in ein anderes Gefäfs, Stöpsel und Flasche mit destillirtem Wasser abgespült, gelangt man auf diese Weise zur vollen Genauigkeit.

Schwefelsäure. Eine Maafsflasche vom Wasser, dem erst Salzsäure und sodann Chlorbarium zugesetzt worden, gab schwefelsauren Baryt, welcher, nach Auswaschen und Glühen, 22,045 Grm. wog, entsprechend 7,5774 Grm. oder 11,764 Tausendtel wasserfreier Schwefelsäure.

Salpetersäure. Im Wasser gegrabener Brunnen kann man allzeit die Gegenwart dieser Säure vermuthen. Als Reaction für deren Gegenwart bediente ich mich einer Portion des eingekochten Salzes, löste sie in Wasser, setzte Schwefelsäure hinzu und legte ein Stück blankes Kupfer hinein, welches dann, bei Erhitzung des Gemenges, Stickstoffoxydgas entwickelte und die Flüssigkeit grün färbte.

Der Versuch zur Bestimmung der Menge der Salpetersäure gab indefs bei weitem kein so genügendes

Resultat als der, die Gegenwart derselben nachzuweis
Da Salpetersäure mit Baryt ein in Wasser schwer- u
in Alkohol unlösliches Salz liefert, so hatte ich mir v
gestellt, es würde, wenn man die Schwefelsäure du
einen Ueberschufs von Chlorbarium fällte und die
trirte Flüssigkeit eintrocknete, wasserfreier Alkohol
Chlormagnesium ausziehen, und salpetersauren Bar
nebst Chlorkalium, Chlornatrium und Chlorbarium,
rücklassen, die dann leicht durch Krystallisation zu tr
nen wären. Allein, was der Alkohol zurückliefs, e
hielt keine Spur von Salpetersäure. Sie fand sich fo
lich als salpetersaure Talkerde gelöst im Wasser.
eine Lösung von Chlorbarium in Alkohol von 0,84 h
zugesetzt wurde, entstand ein Niederschlag, aber die
war hauptsächlich Chlorbarium, mit sehr wenig salpet
saurem Baryt. Nach Abdunstung der alkoholischen I
sung und Vermengung mit verdünnter Salzsäure lö
sich Kupfer darin unter Entwicklung von Stickst
oxydgas.

Ich versuchte nun, die Menge der Salpetersäure m
telst Lösen von Gold zu bestimmen, auf die Weise, d
ich das Wasser bis auf $\frac{1}{15}$ seines Volums eindunste
es dann in einen Kolben mit langem Halse that, mit Sa
säure vermischte und darauf Gold zusetzte, welches du
schwefelsaures Eisenoxydul gefällt, mit Salzsäure gew
schen und hierauf mit sammt dem Wasser getrockn
aber nicht geglüht worden war. Als der Kolben gelin
erhitzt wurde, begann das Gold sich unter Entwicklu
rother Dämpfe zu lösen, worauf die Digestion 10 St
den lang fortgesetzt wurde, um sicher zu seyn, dafs ke
Salpetersäure unzersetzt zurückblieb. Die Lösung war
gelb; sie wurde vom ungelösten Gold abfiltrirt und
schwefelsaurem Eisenoxydul gefällt. Das erhaltene G
gewaschen und geglüht, wog 1,3373. Diese Menge G
entspricht 0,3743 Grm. oder 0,3814 Theile Salpetersä
auf 1000 Th. Wasser. Aber diefs ist blofs ein Th

der Salpetersäure, welche das Wasser enthält, denn au-
fser dem Chlor, welches sich möglicherweise bilden kann,
und fortgeht, ohne Gelegenheit zu haben, sich mit dem
Gold zu vereinigen, enthält das Wasser einen organi-
schen Stoff. Die Ursache zu dessen gelber Farbe, wel-
che zugleich vernichtet wird, und alle Salpetersäure, wel-
che dadurch zersetzt worden, wird vom Versuch nicht
angegeben; und dieser zeigt höchstens, wie viel Salpe-
tersäure das Wasser aufser der enthält, die zur Zerstö-
rung des organischen Stoffes aufgegangen ist.

Da es also zur directen Bestimmung der im Was-
ser enthaltenen Menge von Salpetersäure keine recht
sichere Methode giebt, so bleibt nur übrig, die sonsti-
gen elektronegativen Bestandtheile und die Basen quan-
titativ zu bestimmen, und anzunehmen, der Ueberschufs
der letzteren, welcher von den übrigen Säuren nicht ge-
sättigt werden könnte, habe ein salpetersaures Salz ge-
bildet. Weiterhin werde ich diese Rechnung anführen;
sie giebt genau vier Mal so viel Salpetersäure als im
angeführten Versuch aus der Menge des aufgelösten Gol-
des hervorging. Allein auf das so berechnete Resultat
haben nicht nur alle bei quantitativer Bestimmung der
Säuren und Basen begangenen Fehler Einflufs (Fehler,
welche, wenn sie auch bei jeder einzelnen Bestimmung
nur sehr gering sind, doch, wenn sie in gleichem Sinne
gehen, durch Addition eine bedeutende Unrichtigkeit in
Bestimmung der Salpetersäure herbeiführen können), son-
dern, wenn im Wasser noch eine andere Säure enthal-
ten wäre, die meiner Aufmerksamkeit entging, so fiele de-
ren Aequivalent bei der Rechnung auf die Salpetersäure.
Dieser Bestimmung geht also quantitative Zuverlässig-
keit ab.

Phosphorsäure. Als das mit Chlorbarium ausge-
fällte Wasser filtrirt und in einer verkorkten Flasche
mit ätzendem Ammoniak in geringem Ueberschufs ver-
setzt wurde, entstand ein Niederschlag, welcher sehr wie

basische phosphorsaure Kalk- oder Thonerde aus, aber gelb wurde. Dieser wurde auf's Filtrum gebra gebrannt, wieder in Salzsäure gelöst, mit Chlorami nium vermengt und mit ätzendem Ammoniak gefällt, auf diese Weise die Talkerde in der Auflösung zurü zuhalten, welche ihm aus dem talkerdereichen Wa mitgefolgt haben konnte. Nach dem Trocknen Glühen wog er nun 0,004 Grm. Seine Farbe zog in's Braungelbe; vor dem Löthrohre konnte mittelst gewöhnlichen Probe durch Borsäure und Eisen kein verlässiges Zeichen von Phosphorsäure entdeckt wer dagegen zeigten Löthrohr-Reactionen mit andern F sen die Gegenwart von Eisen, Mangan, und, zu mei großen Verwunderung, von *Zinn*.

200 Grm. Salz, getrocknet bei 100° C., hinte ſsen bei Auflösung in Wasser einen bedeutenden Rü stand; dieser wurde in Salzsäure gelöst, die Flüssig filtrirt, mit einer Salmiaklösung vermischt und schw mit Ammoniak übersättigt. Es entstand ein ganz äh cher Niederschlag, der aber nun 0,054 Grm. wog, zu einer ausführlichen Untersuchung Anlaſs gab. wurde mit kohlensaurem Natron geschmolzen und dann mit Wasser ausgezogen. In der Lösung fand weder Phosphorsäure noch Thonerde, sondern nur K selsäure, verbunden mit Natron. Was das Natron n gelöst hatte, gab bei einer Löthrohrprobe keine S von Phosphorsäure. Es wurde in Salzsäure gelöst gelatinirte; abfiltrirt von der Kieselerde und in die sung ein Strom von Schwefelwasserstoff geleitet, stand ein schmutziggelber Niederschlag, der vor dem L rohr sich kupferhaltig erwieſs und bei der Reducti probe groſse Zinnkügelchen gab. Die Gegenwart Zinn und Kupfer in einer Salzmasse, die vermuthlich einem verzinnten Kupfergefäſs zur Trockne eingek worden, kann an sich nicht in Verwunderung set allein wir haben gesehen, daſs der aus dem Wasser

mittelbar erhaltene Niederschlag ebenfalls einen Zinngehalt zeigte. Wir werden weiterhin darauf zurückkommen.

Die mit Schwefelwasserstoff gefällte Flüssigkeit zeigte einen Gehalt von Eisenoxydul, verunreinigt mit Manganoxydul.

Aus Vorstehendem folgt also, dafs das Wasser weder phosphorsaure Kalkerde, noch phosphorsaure Thonerde in einer auf diese Weise merkbaren Menge enthält, und diefs giebt zu der Vermuthung Anlafs, dafs das für phosphorsaure Kalk- und Thonerde Angesehene nichts war, als ein Gemenge von Eisenoxyd mit Zinnoxyd u. s. w.

Quellsäure. Die gelbe Farbe des Wassers deutet auf einen Gehalt an Quellsäure. Eine Maafsflasche des Wassers wurde, um die darin als doppelt-kohlensauer befindliche Talkerde zurückzuhalten, mit etwas Essigsäure vermischt und mit einer Lösung von neutralem essigsauren Kupferoxyd versetzt; die Flüssigkeit trübte sich schwach und ward gelbgrün. Einige Stunden in eine Wärme von 50° bis 60° C. gestellt, setzten sich grofse weifsgrüne Flocken von quellsaurem Kupferoxyd ab, welche, auf ein gewägtes Filtrum gebracht und bei 100° C. in einem Strome wasserfreier Luft getrocknet, 0,10 Grm. wogen. Schwefelwasserstoff schied Quellsäure daraus ab, doch etwas verunreinigt mit Schwefelsäure durch zugleich gefälltes basisch schwefelsaures Kupferoxyd. Die filtrirte Flüssigkeit trübte sich allmälig und setzte basisch schwefelsaures Kupferoxyd ab, doch nicht ganz frei von Quellsäure; alle Versuche aber, die Menge der letzteren zu bestimmen, schlugen fehl. Da eine mit äufserster Genauigkeit vollführte quantitative Bestimmung der Quellsäure mir nicht der damit verbundenen Arbeit und Schwierigkeit zu entsprechen schien, so nahm ich an, die Berechnung der Menge der Quellsäure aus dem gewogenen Kupferniederschlag gäbe eine für den Zweck dieser Analyse hinreichende Annäherung. Da nun, nach

meiner früheren Bestimmung, das Atomgewicht der Quellsäure =1333,4 und das Kupfersalz 1 At. Krystallwasser enthält, so sind in diesem 0,0687 Grm. Quellsäure, was 0,1066 auf 1000 Th. Wasser macht.

Kieselsäure. Eine Maafsflasche des Wassers wurde auf dem Wasserbade eingetrocknet, das in Wasser Lösliche ausgezogen, das Unlösliche in Salzsäure gelöst, eingetrocknet und wieder in salzsäurehaltigem Wasser gelöst. Dabei blieben zurück 0,003 Grm. Kieselsäure, entsprechend 0,0047 Th. auf 1000.

Chlor. Zwei Maafsflaschen, also 1288,207 Grm., des Wassers wurden mit Salpetersäure versetzt, mit salpetersaurem Silberoxyd gefällt, und dann an einem dunkeln und warmen Ort zur Klärung hingestellt. Die Lösung war farblos und der Niederschlag in's Gelbe spielend. Das Klare wurde abgegossen und der Niederschlag mit Salpetersäure digerirt, bis er vollkommen weifs geworden; dann wurde die gelbe Salpetersäure zu der abgegossenen Flüssigkeit geschüttet, wodurch diese sich aber nicht trübte. Das Ganze wurde durch ein gewogenes Filtrum filtrirt, das Chlorsilber gewaschen und mit dem Filtrum in einem Strome wasserfreier Luft von 100° C. getrocknet. Es wog 1,048 Grm., entsprechend 0,25853 Grm. Chlor auf 1288,207 Grm. Wasser, oder 0,2007 Grm. auf 1000.

Diese Art, das Gewicht des Chlorsilbers zu bestimmen, scheint mir, wenn dessen Menge nicht einige Grammen übersteigt, sicherer als das Schmelzen; denn ein wenig von dem Papierfilz folgt immer dem Chlorsilber, bewirkt die Zersetzung eines geringen Theils desselben, und man erhält in dem Uebrigen einen unschmelzbaren Körper, welcher, wenn man die Hitze auch bis zu dessen Schmelzung verstärkt, eine Silberhaut über die Oberfläche des Chlorsilbers ausbreitet. Wenn dagegen das Filtrum sowohl vor der Wägung als nachher mit dem Chlorsilber in einem Strome wasserfreier Luft von 100° C.

getrocknet wird, so kann keine wägbare Menge Feuchtigkeit in der Masse zurückbleiben.

Brom. Es gehört nachgerade zu einer Art von Luxus bei Analysen von Mineralwässern, äufserst geringe Spuren von Brom und Jod darin aufzusuchen. Diese Bestandtheile äufsern sehr kräftige Wirkungen auf die thierische Oeconomie, und deren Menge ist folglich nicht ohne grofse Bedeutung; allein da alles Kochsalz, selbst das unseren täglichen Speisen hinzugesetzte, ein Minimum davon enthält, so kann von einer kaum darstellbaren Spur dieser Körper in Mineralwässern noch weniger eine Wirkung erwartet werden, es sey denn in den gedankenlosen Träumereien der Homoeopathen. Da Brom und Jod die gewöhnlichen mineralogischen Begleiter des Kochsalzes sind, wie es z. B. mit Nickel in Bezug auf Kobalt der Fall ist, so läfst sich leicht voraussehen, dafs jedes Mineralwasser, zu dessen Bildung Kochsalz eingeht, auch wenn dieses seine Bestandtheile gegen andere Salze auswechselt, wie es mit diesem Wasser der Fall ist, eine kleine entsprechende Menge Brom und Jod enthalten müsse. Eine medicinische Wirkung ist von ihrer Gegenwart nur dann zu erwarten, wenn, was in verschiedenen Heilwässern der Fall ist, ihre Menge die in jedem Kochsalz übersteigt.

Die Auffindung kleiner Mengen Brom ist eine äufserst schwierige Sache, obwohl es nicht so schwer hält, die Menge genau zu bestimmen, wenn sie etwas gröfser ist.

Zu den vorgeschlagenen Methoden gehört die: dafs man die gemengte Chlor- und Bromverbindung in ein Bariumsalz verwandelt, und das Brombarium durch Alkohol von dem darin unlöslichen Chlorbarium auszieht. Ich habe diese geprüft, sie aber untauglich gefunden.

Ein Gemenge von Kochsalz mit etwas Bromnatrium wurde mit salpetersaurem Silberoxyd gefällt, der Niederschlag unter Wasser durch Schwefelwasserstoff zer-

setzt, das abfiltrirte saure Wasser mit kohlensaurem Baryt gesättigt, die Lösung, in einer Temperatur, die zuletzt das Krystallwasser verjagte, zur Trockne verdunstet, und der Rückstand mit Alkohol behandelt. Nach Abdestillation dieses blieb eine geringe Menge Salz, die, aufgelöst in Wasser, einen schneeweifsen Niederschlag gab, worin nichts die Gegenwart von Bromsilber vermuthen liefs, das aber dennoch wirklich darin eingemengt war. Es zeigte sich nun, dafs Chlorbarium, obgleich wenig löslich in wasserfreiem Alkohol, doch nicht unlöslich darin ist, und dafs Brombarium, wiewohl etwas löslicher als Chlorbarium, sich doch ziemlich träge löst, so dafs, wenn ein Gemenge von beiden mit wasserfreiem Alkohol in hinreichender Menge behandelt wird, dieser, neben Brombarium, so viel Chlorbarium auflöst, dafs bei Fällung mit Silbersalz das Bromsilber ganz durch das Chlorsilber versteckt wird. Balard's Methode, das Brom durch Chlor und Aether aus einer Auflösung auszuziehen, glückte mit dem Saidschützer Wasser auf keine Weise.

Ich benutzte nun Serullas's Methode das Brom durch Chlor auszujagen. 117 Grm. trocknen Salzes vom Saidschützer Wasser wurden in Wasser gelöst, von dem Gyps und der kohlensauren Talkerde abfiltrirt, und in eine tubulirte Retorte gethan; diese hatte eine tubulirte Vorlage, die eine Lösung von Kalihydrat enthielt, und von deren Tubulus führte eine Röhre in verdünnte Kalilauge. Durch den Tubulus der Retorte wurde nun Chlorgas in das Wasser geleitet, bis zu dessen voller Sättigung, und dann das Wasser eine halbe Stunde gekocht. Die Kalilösung in der Vorlage und der Flasche hatte nun das Chlor nebst dem möglicherweise eingemengten Brom aufgenommen, und letzteres mufste sich als bromsaures Kali in der Flüssigkeit befinden. Die Flüssigkeit wurde so genau wie möglich mit Salpetersäure gesättigt und mit neutralem salpetersaurem Silberoxyd ge-

fällt; dabei fielen Chlorsilber und bromsaures Silberoxyd nieder, während chlorsaures Silberoxyd in der Flüssigkeit gelöst blieb. Der Niederschlag wurde wohl gewaschen. Die durchgegangene Flüssigkeit nebst dem Waschwasser, welche leicht eine geringe Spur von bromsauren Silber mitgeführt haben konnten, wurden zur Trockne verdunstet, wobei das chlorigsaure Silberoxyd sich allmälig in Chlorsilber verwandelte.

Das gefällte Chlorsilber, welches auf dem Filtrum geblieben war, wurde 24 Stunden lang im dunkeln Raum mit Barytwasser digerirt, wobei das Chlorsilber, wie gewöhnlich, roth wurde.

Darauf wurde aus dem Rückstande von der Verdunstung der Kaliflüssigkeit das überschüssige salpetersaure Silberoxyd und salpetersaure Kali ausgewaschen, und das ungelöste Silbersalz mit dem vom Chlorsilber abfiltrirten Barytwasser behandelt, welches sodann, zugleich mit dem Waschwasser, concentrirt, mit Kohlensäure gesättigt, aufgekocht, filtrirt und zur Trockne abgedunstet wurde; es hinterliefs einen geringen Rückstand, welcher bis zum Glühen erhitzt wurde, um ihn in Brombarium zu verwandeln. Der gröfste Theil dieses Rückstands war unlöslich in Wasser, und bestand aus kohlensaurem Baryt, welchen das Wasser gelöst enthielt. Das Aufgelöste gab einen ganz geringen Niederschlag mit salpetersaurem Silberoxyd, aber dieser Niederschlag, wenn er auch nicht rein weifs genannt werden konnte, war keineswegs gelb wie Bromsilber. Er wurde gewaschen, darauf in einer zugepfropften Flasche mit Chlorwasser geschüttelt und nun mit etwas Aether übergossen. Nach dem Umschütteln schwamm dieser mit dunkelgelber Farbe oben auf, verlor aber diese Farbe nach ein Paar Stunden. Diefs beweist also, dafs eine unbestimmbar geringe Spur von Brom in diesem Wasser befindlich ist.

Jod. Lassaigne hat uns neuerlich zur Abscheidung des Jods, auch der geringsten Spur desselben, eine

Methode kennen gelehrt, die sicher der Abscheidung des Chlors mittelst Silbersalze vergleichbar ist. Sie besteht in der Fällung des Jods mittelst Palladium. Das Saidschützer Wasser wurde erst mit etwas Salpetersäure und dann mit Chlorpalladium-Kalium versetzt; es färbte sich dadurch dunkel gelbroth, gab aber nach mehrtägiger gelinder Digestion keine Spur von Trübung.

120 Grm. des im Wasserbade getrockneten Saidschützer Salzes, nahe 4000 Grm. Wasser entsprechend, wurden in Wasser aufgelöst, erst mit etwas Salzsäure und dann mit dem Palladiumsalz versetzt; dadurch färbte sich die Lösung tief braun, und nach sechsstündiger Digestion hatten sich, während die Lösung bedeutend lichter ward, schwarzbraune Flocken abgesetzt. Sie wurde, nach dem Erkalten, durch ein gewogenes Filtrum filtrirt, ging gelb durch, und liefs auf dem Filtrum einen schwarzen Stoff zurück, welcher, bei 100° C. in einem Strome wasserfreier Luft getrocknet, 0,027 Grm. wog. Die Erkennung des Jodpalladiums ist leicht. Man braucht es nur vom Filtrum abzunehmen und in einer zugeblasenen Glasröhre zu glühen; dabei wird das Palladium reducirt und das Jod, erkennbar an der Farbe seines Gases, sublimirt. Allein dieser Niederschlag safs auf dem Papiere fest, wie eine aufgetragene Farbe. Als man indefs das Papier am Rande verglimmen liefs, zeigten sich deutlich Geruch und Farbe des Jodgases, obwohl versteckt durch den Rauch des Papiers. Der Niederschlag war also Jodpalladium, entsprechend 0,019 Jod, was 0,00475 auf Tausend oder nicht ganz 5 Milliontel vom Gewicht des Wassers ausmacht.

Fluor. Als eine gröfsere Menge des getrockneten Salzes im Platingefäfs mit concentrirter Schwefelsäure übergossen wurde, entwickelte sich Kohlensäure, nebst einem Gemenge von Chlor und salpetriger Säure; bedeckte man nun das Gemenge mit einer Glasscheibe und digerirte auf der Sandkapelle, so zeigte sich an dem auf

dem Gefäfs liegenden Theil eine schwache, aber sehr bestimmte Spur von Anfressung des Glases. Das Wasser enthält also eine geringe Spur von diesem Salzbildner; allein dessen Menge habe ich nicht zu bestimmen versucht.

Kali und Natron. Eine Maafsflasche vom Wasser wurde zuerst mit neutralem und sodann mit basisch essigsaurem Bleioxyd gefällt, der Niederschlag abfiltrirt und gut gewaschen, das Durchgegangene durch Schwefelwasserstoff vom Blei befreit, das Schwefelblei abgeschieden und gewaschen, die Lösung nebst dem Waschwasser im Platintiegel zur Trockne verdunstet, der Rückstand zur Zerstörung sowohl der Essigsäure und der Salpetersäure als auch der in Wasser träglöslichen Verbindung von kohlensaurem Natron und kohlensaurer Talkerde geglüht, die Masse vollständig mit Wasser ausgelaugt, das Durchgegangene mit Salzsäure übersättigt und zur Trockne abgeraucht, und darauf das eingemengte Chlormagnesium von beim Waschen ausgezogener Talkerde, die nicht absolut unlöslich in Wasser ist, mit wasserfreiem Alkohol ausgezogen. Das zurückgebliebene Salz wurde, ohne aus dem Gefäfs genommen zu werden, bis 160° C. erhitzt. Es wog 3,5275, liefs aber bei Auflösung in Wasser 0,0045 Grm. Talkerde ungelöst, so dafs das Gewicht des aufgelösten Salzes 3,523 Grm. betrug. Behandelt nach den gewöhnlichen Vorschriften mit hinreichender Menge Platinchlorid und eingetrocknet, hinterliefs es 0,961 Grm. in Alkohol unlöslichen Chlorplatinkaliums, entsprechend 0,2937 Grm. Chlorkalium, nach dessen Abzug für Chlornatrium 3,2293 Grm. übrig bleiben.

0,2937 Grm. Chlorkalium entsprechen 0,1858 Grm. Kali oder 0,28844 auf tausend.

3,2293 Grm. Chlornatrium entsprechen 1,7208 Grm. Natron oder 2,6717 auf tausend.

Lithion. Das Platindoppelsalz wurde eingetrocknet, und, zur Reduction des Platins, in einem Strom von

Wasserstoffgas geglüht, dann in Wasser gelöst, mit phosphorsaurem Natron gemengt und stark eingetrocknet. Nach Wiederauflösung in Wasser blieb nur eine unwägbare Spur ungelöst, und diese röthete sich mit Kobaltsalz vor dem Löthrohr, zum Beweis, dafs sie von einer Spur nicht abgeschiedener Talkerde herrührte.

Der wasserfreie Alkohol, mit dem die alkalischen Chlorüre ausgezogen worden, wurde eingetrocknet, der Rückstand wieder aufgelöst in Wasser, mit kohlensaurem Natron durch langes Kochen zerlegt, und darauf die Lösung der angeführten Probe mit phosphorsaurem Natron unterworfen. Dabei blieb ein etwas gröfserer Rückstand, welcher sich vor dem Löthrohr aber ebenfalls als phosphorsaure Talkerde verhielt, so dafs, wenn Lithion im Wasser enthalten seyn sollte, es doch in so geringer Menge wäre, dafs es nicht auf diese Weise dargestellt werden konnte.

Ammoniak. Mengt man das eingetrocknete Salz des Saidschützer Wassers mit viel ätzenden Kalis, so dafs alle Talkerdesalze zersetzt werden, so verspürt man dennoch keinen Ammoniakgeruch; nähert man aber einen in Salpetersäure getauchten Glaspfropfen, so zeigt sich ein deutlicher Rauch von Ammoniakdämpfen. Eine Maafsflasche des Wassers wurde mit überschüssigem Kalihydrat destillirt und das Uebergehende in einer Vorlage aufgefangen, die etwas Salzsäure enthielt. Nachdem $\frac{1}{10}$ des Wassers abdestillirt worden, wurde das Destillat im Wasserbade eingedunstet; es hinterliefs einen geringen Rückstand, welcher jedoch deutlich Chlorkalium enthielt. Es wurde mit Platinchlorid gemengt, auf's Neue eingetrocknet und mit Alkohol ausgezogen; dieser hinterliefs etwas gelben körnigen Salzes. Als dieses darauf bis zu der Temperatur erhitzt wurde, in der sich der Platinsalmiak zersetzt, das Kaliumsalz aber unverändert bleibt, wurde das erstere zerlegt und das letztere konnte mit Wasser ausgewaschen werden. Dabei blieben 0,0085

Grm. metallischen Platins zum Beweise einer äufserst geringen Spur eines Ammoniaksalzes in diesem Wasser.

Kalkerde. Eine Maafsflasche des Wassers wurde, bis zur Sättigung der kohlensauren Talkerde, mit Salzsäure versetzt, und, um die Fällung der Talkerde zu verhüten, mit einer Lösung von Salmiak vermengt, dann mit ätzendem Ammoniak schwach oder kaum merkbar alkalisch gemacht und nun oxalsaures Ammoniak hinzugesetzt, so lange ein Niederschlag entstand; der oxalsaure Kalk wurde abgeschieden, gebrannt und in schwefelsauren Kalk verwandelt. Geglüht wog dieser 0,8611 Grm., woraus aber eine gesättigte wäfsrige Lösung von schwefelsaurem Kalk 0,016 Grm. schwefelsaurer Talkerde auszog, mit Hinterlassung von 0,8451 Grm. reinen schwefelsauren Kalks, welcher 0,351 Grm. Kalkerde enthält, entsprechend 0,545 auf tausend.

Strontianerde in einem so geringen Gehalt an Kalkerde nachzusuchen, besonders in einem an schwefelsauren Salzen so reichen Wasser, hielt ich für eine verlorne Mühe.

Talkerde. Die vom oxalsauren Kalk abfiltrirte Flüssigkeit wurde mit kohlensaurem Kali in Ueberschufs vermengt, auf dem Wasserbade im Platingefäfs eingetrocknet, und dann auf der Sandkapelle stärker erhitzt. Nun mit Wasser behandelt, wurde dieses alkalisch, zum Beweise, dafs auch der zugesetzte Salmiak zersetzt worden. Die Talkerde wurde auf ein Filtrum gebracht und mit siedendem Wasser gewaschen, so lange dieses noch eine Spur von einem schwefelsauren Salz auszog; dann geglüht, wog sie 3,205 Grm. Die durchgegangene Lösung und das reichliche Waschwasser wurde wieder zur Trockne abgedunstet und gelinde erhitzt. Dann wurde das Salz in Wasser gelöst, wobei die Talkerde zurückblieb, die beim Waschen aufgelöst worden und die nun wegen ihres geringen Volums, ohne bemerkenswerthen Verlust ausgewaschen werden konnte. Zusammen mit der aus

dem Gypswasser erhaltenen (siehe *Kalkerde*) wog sie, geglüht, 0,075 Grm., so dafs der ganze Talkerdegehalt, nach Abzug der zuvor gefundenen 0,003 Grm. Kieselerde, 3,2824 Grm. betrug, oder 5,0961 Grm. auf 1000.

Thonerde. Dafs diese Erde nicht in dem Wasser entdeckt werden könne, ist schon bei der Phosphorsäure angeführt. Eine andere Erde nachzusuchen habe ich keine Veranlassung gehabt.

Metalloxyde. In dem Vorhergehenden habe ich gesagt, dafs das Wasser Spuren von Eisen, Mangan, Zinn und Kupfer im oxydirten Zustand enthalte. Eine Maafsflasche des Wassers wurde mit Schwefelwasserstoff gesättigt. Es zeigte sich kein eigentlicher Niederschlag, das Wasser hatte nur eine helle Opalescenz, welche auf Zusatz von Ammoniak ganz verschwand, worauf die Flasche zugepfropft wurde. Der Zweck des Zusatzes von Ammoniak war, zu sehen, ob das Wasser eine Spur von Zinkoxyd enthalten, welches ich früher als schwefelsaures Salz im Ronnebyer Heilwasser gefunden habe. Zufällige Hindernisse unterbrachen die angefangenen Versuche drei Monate lang. Nach Ablauf dieser Zeit war der Inhalt der Flasche klar, ohne dafs sich etwas abgesetzt hatte. Zink ist also nicht in diesem Wasser.

Als eine Maafsflasche vom Wasser, vor der Hineinleitung des Schwefelwasserstoffgases, mit Salzsäure angesäuert wurde, trübte sich das Wasser bei der Einströmung des Gases und gab ein schmutziggelbes Gerinsel. Nachdem nun die Flasche, verschlossen, 24 Stunden lang in gelinder Wärme gestanden, hatte sich ein schmutziggelber Niederschlag abgesetzt, der, auf's Filtrum gebracht, gut gewaschen und gebrannt, 0,0025 Grm. wog, oder 0,004 auf tausend.

Vor dem Löthrohr gab er eine starke Reaction auf Kupfer, und, mit kohlensaurem Natron und etwas Borax reducirt, ein Zinnkorn. Zum Gegenversuch wurde in eine Portion von der zum Versuch gebrauchten Säure Schwefel-

wasserstoff geleitet; es entstand indefs nur eine kaum merkbare, weifse Opalescenz, die, nachdem sie sich abgesetzt hatte, ohne Rückstand verflüchtigt werden konnte, und reiner Schwefel war.

Dafs das Wasser vor dem Zusatz von freier Säure nicht durch Schwefelwasserstoff gefällt wurde, rührt daher, dafs zinngeschwefeltes Schwefelmagnesium entsteht und aufgelöst bleibt.

Wenn die Angabe richtig ist, dafs sich dieses Wasser in Erdschichten sammelt, die aus verwitterten vulkanischen Gesteinen entstehen, so dürfte die Gegenwart des Zinns in dem talksalzhaltigen Wasser erklärbar seyn; denn der Olivin ist ein Talkerdesilicat, welches eine Spur von kupferhaltigem Zinn enthält. Als dieses seine Talkerde an eine schwefelsäurehaltige Flüssigkeit überliefs, löste sich zugleich die Verbindung des Zinnoxyds mit der Talkerde in der Flüssigkeit.

Der Bodensatz in den Flaschen.

Drei Flaschen, die zusammen 4500 oder genauer 4494 Grm. Wasser enthielten, wurden wohl mit destillirtem Wasser ausgespült und dieses sodann filtrirt, so dafs, was sich abgelöst hatte, auf dem Filtrum zurückbleiben mufste. Dann wurde das Rückständige in Salzsäure gelöst, und diese durch dasselbe Filtrum filtrirt. Die Lösung wurde im Wasserbade zur Trockne verdunstet, der Rückstand in salzsäurehaltigem Wasser gelöst und wiederum durch das nämliche Filtrum filtrirt; diefs enthielt nun die Kieselerde des Bodensatzes, welche, geglüht, 0,007 wog. Aus der mit Salmiak versetzten Flüssigkeit fällte Ammoniak ein weifsgelbes Oxyd, welches beim Trocknen braun und beim Glühen schwarz wurde. Es wog 0,003 Grm. Vor dem Löthrohr mit kohlensaurem Natron wurde es grün und aus diesem auf Kohle reducirt, hinterliefs es reichlich Metallflitterchen, von denen ein Theil, welcher Eisen war, mit der Spitze eines

magnetisirten Federmessers fortgenommen werden konnte, und ein anderer Theil, welcher Zinn war, nicht im Mindesten dem Magneten folgte.

Aus der mit Ammoniak gefällten Flüssigkeit wurden erhalten, mit oxalsaurem Ammoniak: 0,003 Grm. manganhaltigen kohlensauren Kalks, und sodann mit kohlensaurem Kali: 0,017 Grm. Talkerde. Der Bodensatz von 4500 Grm. Wassnr betrug folglich im geglühten Zustand: 0,03 Grm., oder 0,0066 auf tausend. Diese sind in die folgende Berechnung aufgenommen.

Bestandtheile des Wassers.

Nach dem nun Angeführten enthalten 1000 Theile Wasser:

Säuren:	Schwefelsäure	11,7640
	Salpetersäure	2,3725
	Quellsäure	0,1066
	Kieselsäure	0,0047
Salzbildner:	Chlor	0,2007
	Brom, Fluor, eine Spur	
	Jod	0,0048
Salzbasen:	Kali	0,2884
	Natron	2,6717
	Ammoniak, eine Spur	
	Kalkerde	0,5450
	Talkerde	5,0961
	Eisen und Manganoxyd	0,0025
	Zinnoxyd	0,0040
		23,0508.

Der Unterschied zwischen 24,069 und der eben angeführten Zahl beträgt 1,919, und besteht in Kohlensäure, verbunden mit Talkerde und Wasser, zurückgehalten von Chlormagnesium und salpetersaurer Talkerde.

Unter den angeführten Bestandtheilen fehlt nun noch einer, nämlich die Kohlensäure. In dem Zustand, in

welchem ich das Wasser bekam, enthielt es davon nicht mehr als zur Lösung der Talkerde in Wasser, in Form von Bicarbonat, erforderlich war, weil ein Mehr die Ablagerung der Kalk- und Talkerde auf die Innenseite des Glases verhindert haben würde.

Um zu bestimmen, wieviel kohlensaure Talkerde das Wasser enthalte, wurde das gewöhnliche Maafs davon im Wasserbade zur Trockne verdunstet, das Salz mit Wasser ausgezogen, die Lösung abfiltrirt, und das Ungelöste gewaschen, bis nur Gyps und kohlensaure Talkerde zurückblieben. Die vollständige Auswaschung des Gypses würde eine zu grofse Verminderung der Talkerde verursacht haben. Der gewaschene Rückstand wog geglüht 0,267. Er wurde in Salzsäure gelöst und eingetrocknet, und dann mit salpetersäurehaltigem Wasser übergossen; diese hinterliefs 0,003 Grm. Kieselerde. Die Lösung wurde mit Chlorbarium gefällt, was 0,105 Grm. schwefelsauren Baryt gab, entsprechend 0,062 Gyps. Die Talkerde betrug also 0,202, entsprechend 0,41814 wasserfreier kohlensaurer Talkerde, was 0,64918 auf 1000 ausmacht und 0,33557 Kohlensäure entspricht, in der das neutrale Salz aufgelöst war.

Die oben angeführten Resultate sind rein empirisch, und zeigen nicht, was für Salze das Wasser aufgelöst enthält. Aus theoretischem Gesichtspunkt ist es leicht zu bestimmen, dafs das Wasser enthalten müsse Verbindungen von Schwefelsäure und Salpetersäure mit allen Basen, und von Chlor mit aller Basen Radicalen; allein die relativen Mengen lassen sich nicht berechnen, weil es dazu an Grundlagen fehlt. Die relative Theilung beruht nämlich theils auf den relativen Verwandtschaftsgraden, theils auf den relativen Mengen der Stoffe. Von diesen beiden Elementen ist das erstere das hauptsächlichste; allein es ist nicht mit solcher Sicherheit bekannt, dafs darnach eine nur einigermafsen zuverlässige Annäherung in Zahlen könnte gegeben werden. Es bleibt

also nur übrig, die Rechnung nach dem Satz zu führen dafs die stärkeren Säuren sich zuerst mit den stärkeren Basen sättigen und sodann die schwächste Base, die hie zugleich die reichlichste ist, unter einander theilen, ein Resultat, welches sich auch beim Einkochen oder bei Abscheidung der Salze durch Krystallisation einstellt. Aus diesem Gesichtspunkt lassen sich in 1000 Th. Wasser folgende Salze annehmen:

Schwefelsaures Kali	0,5334
Schwefelsaures Natron	0,0940
Schwefelsaure Kalkerde	1,3122
Schwefelsaure Talkerde	10,9501
Salpetersaure Talkerde	3,2778
Chlormagnesium	0,2826
Quellsaure Talkerde	0,1389
Kohlensaure Talkerde	0,6192
Kieselsäure	0,0047
Brom, Jod, Fluor, Ammoniak und Metalloxyde	Spur
	23,6553

Hierin findet sich eine minder sichere Zahl, nämlich die Menge der salpetersauren Talkerde. Die Berechnung ist auf folgende Weise angestellt. Nachdem das Kali, das Natron und die Kalkerde als ganz und gar durch Schwefelsäure gesättigt, angesehen worden, wurde von der im Wasser gefundenen Talkerde abgerechnet:

zur Bildung von schwefelsaurer Talkerde	3,7278
- - - Chlormagnesium	0,1171
- - - quellsaurer Talkerde	0,0323
- - - kohlensaurer Talkerde	0,3136
	4,1908.

Der gesammte Talkerdegehalt betrug 5,0961; es blieben also 0,9053 Talkerde, die mit Salpetersäure gesättigt waren und 3,2778 wasserfreier salpetersaurer Talkerde bildeten. Diefs ist, nach dem zuvor Angeführten

beinahe genau das Vierfache der Quantität, welche sich durch Berechnung aus dem aufgelösten Gold ergiebt, aber aus unbestreitbaren Ursachen zu niedrig ist.

Aus dem Vergleich der Struve'schen Analyse dieses Wassers mit der oben angeführten geht hervor, — abgesehen von den Verschiedenheiten, die auf Verschiedenheit der Berechnunngsweisen, z. B. auf Annahme eines Gehalts von kohlensaurer Kalkerde in einer Auflösung von schwefelsaurer Talkerde, beruhen, oder von seiner Aufmerksamkeit entgangenen Bestandtheilen herrühren, — dafs das Wasser nicht immer gleich ist, sowohl an Concentration als an relativen Quantitäten der Bestandtheile. Das von Struve analysirte Wasser enthielt nur 16,5 Tausendstel feste Bestandtheile, das von mir untersuchte dagegen 23½, eine höchst bedeutende Verschiedenheit, die indefs eine Folge der verschiedenen Trockenheit der Jahre seyn kann. Nach langer trockner Witterung hat das Wasser einen bestimmten Concentrationsgrad, nach langem regnigtem Wetter fliefst binnen Kurzem viel Wasser hinzu, welches lange Zeit gebraucht, um die Bestandtheile der Erdschicht aufzulösen, wenn anders das Wasser auf die durch Struve's Versuche wahrscheinlich gemachte Weise mit seinen Bestandtheilen versehen wird. Allein es zeigt sich zugleich eine andere Verschiedenheit. Struve und ich fanden gleichviel schwefelsaure Talkerde auf 1000 Th. Wasser, aber Struve fand nur halb so viel schwefelsaures Natron wie ich. Jedenfalls scheint es mir von nöthen zu seyn, das specifische Gewicht dieses Wassers oft zu untersuchen. Die Wirksamkeit desselben variirt mit dem specifischen Gewicht, und so könnte man vermeiden, dafs es zum Verkauf in Zeiten geschöpft würde, da es, nach langem Regenwetter, nicht hinreichend gesättigt wäre.

X. *Chemische Untersuchung des Fayalits; von C. G. Gmelin.*

(Aus einer vom Hrn. Verf. mitgetheilten Dissertation.)

Der Verf. erhielt diefs Mineral vom Prof. Hochstetter in Efslingen, dessen Sohn es von einer, i. J. 1838 nach der azorischen Insel Fayal unternommenen Reise mitgebracht hatte. Es findet sich daselbst am Meeresstrande, unter Trachytgetrümmer, in der Nähe hoher Trachytfelsen.

Der blofse Anblick zeigt, dafs diefs Mineral sich im geschmolzenen Zustande befunden haben müsse; denn es ist an einigen Stellen voller Blasen, und sieht da und dort wie geflossen aus, während es an anderen Stellen ein krystallinisch-blättriges Gefüge und gar keine Blasen zeigt. Seine Hauptfarbe ist ein grünliches Eisenschwarz, an einigen Stellen ist es indefs tombackbraun, an anderen messinggelb angelaufen. Es ist weniger hart als Quarz und giebt mit dem Stahl sparsam Funken. Wird vom Magnet stark angezogen. Sein specifisches Gewicht, verglichen mit dem des Wassers bei +10° R., ist =4,138, also bedeutend geringer als das des Eisenglanzes.

Vor dem Löthrohr schmilzt es sehr leicht und ruhig, ohne Blasenwerfen, unter Entwicklung eines Geruchs nach schwefliger Säure, zu einer metallisch glänzenden Kugel. In einer Glasröhre erhitzt, entwickelt es kein Wasser, aber Spuren von Schwefel. Mit Borax und Phosphorsalz schmilzt es leicht zu einer Perle, in welcher sich, zumal mittelst Zinn, ein Kupfergehalt leicht nachweisen läfst.

Von Säuren, namentlich von rauchender Salzsäure, wird es schon in der Kälte zersetzt und in eine Gallerte ver-

verwandelt. Allein die Zersetzung ist nie vollständig. Selbst wenn Vitriolöl über dem fein geschlämmten Mineral in einer Platinschale wiederholt eingekocht wird, findet sich die ausgeschiedene Kieselerde noch sehr unrein. Daraus erhellt, dafs dieses Mineral als ein inniges Gemenge zweier verschiedenen Mineralien betrachtet werden mufs, von denen das eine schon in der Kälte, unter Abscheidung seiner Kieselerde als Gallerte, zersetzt wird, das andere aber nicht.

Demgemäfs behandelte man 3,435 Grm. höchst fein geschlämmtes und scharf getrocknetes Steinpulver kalt mit rauchender Salzsäure (wobei sich ein schwacher Geruch nach Schwefelwasserstoff entwickelte), verdünnte die Masse, nach der Zersetzung, mit Wasser, brachte sie auf ein Filtrum, und zog aus dem Rückstande die Kieselerdegallerte durch Kochen mit kohlensaurem Kali aus. Auf diese Weise schied man die 3,435 Grm. in 2,889 Grm., welche aufgeschlossen wurden, und in 0,487 Grm., welche unzersetzt blieben.

Der aufgeschlossene Theil gab bei weiterer Zerlegung:

	auf 2,889 Grm.	auf 100 Th.
Kieselerde	0,720	24,93
Eisenoxydul	1,967	68,09
Manganoxydul	0,085	2,94
Thonerde	0,053	1,84
Kupferoxyd	0,017	0,60
	2,842	98,40.

Eisen und Mangan wurden respective als Oxyd und als Oxyduloxyd erhalten, aber als Oxydul in Rechnung gebracht, weil sonst ein Ueberschufs entstände. Der im Minerale enthaltene Schwefel wurde bei einer anderen Probe durch anhaltendes Kochen mit Königswasser und Fällung mit salpetersaurem Baryt als schwefelsaurer Baryt erhalten. Auf 3,435 Grm. Steinpulver betrug er

0,0296 Grm. Da dieser Schwefel nur als Einfachschwefeleisen im Minerale vorhanden seyn konnte, so ergiebt sich hienach die Zusammensetzung des durch Salzsäure aufschliefsbaren Theils folgendermafsen:

	in 2,889.	in 100.
Kieselsäure	0,720	24,93
Einfachschwefeleisen	0,080	2,77
Eisenoxydul	1,902	65,84
Manganoxydul	0,085	2,94
Thonerde	0,053	1,84
Kupferoxyd	0,017	0,60
	2,857	98,92.

Der nicht durch kalte rauchende Salzsäure zersetzbare Theil wurde durch Glühen mit der fünffachen Menge an kohlensaurem Baryt aufgeschlossen, und gab dann bei weiterer Analyse:

	in 100 Th.
Kieselsäure	58,11
Eisenoxydul	18,55
Manganoxydul	6,67
Thonerde	12,53
Kupferoxyd	2,28
	98,14.

Bemerkungen. Dafs das Eisen in dem durch Salzsäure aufgeschlossenen Antheil als Oxydul enthalten sey, wenigstens einem bedeutenden Theil nach, erhellt daraus, dafs das Mineral stark vom Magnet angezogen wird, und überdiefs würde sich ein bedeutender Gewichtsüberschufs herausstellen, wenn man es als Oxyd in Rechnung nehmen wollte. Ob neben dem Oxydul auch Oxyd vorhanden sey, konnte aus leicht begreiflichen Gründen nicht mit Sicherheit bestimmt werden. Der Umstand, dafs Schwefelwasserstoffgas neben Schwefelkupfer eine bedeutende Menge Schwefel aus der salzsauren Auflösung des

Minerals niederschlägt, macht es indefs nicht unwahrscheinlich, dafs das Mineral auch etwas Eisenoxyd enthalte, wenn man nicht jene Fällung von Schwefel ganz auf Rechnung der Einwirkung der atmosphärischen Luft schreiben will.

Was die chemische Natur des durch kalte rauchende Salzsäure zersetzbaren Antheils des Minerals betrifft, so ist klar, dafs die gelatinirende Masse kieselsaures Eisenoxydul ist, gemengt mit ein wenig kieselsauren Manganoxyduls, kieselsaurer Thonerde und Schwefeleisen oder Schwefelkupfer. Wenn wir die Kieselsäure als aus 1 At. Kiesel und 1 At. Sauerstoff bestehend betrachten, so ist die Menge derselben in dem Mineral etwas zu gering, um mit dem Eisenoxydul einfach kieselsaures Eisenoxydul zu bilden. Andererseits ist noch mehr die Menge des Eisenoxyduls zu gering, um das Mineral als ein basisch kieselsaures Eisenoxydul betrachten zu können. Es scheint, dafs man diese gelatinirende Masse als einfach kieselsaures Eisenoxydul, gemengt mit etwas freiem Eisenoxydul oder Magneteisenstein und mit etwas kieselsaurem Manganoxydul und kieselsaurer Thonerde als eine *natürliche Frischschlacke* anzusehen habe. In der That ist das Mineral, seinem Aeufsern nach, derjenigen Verbindung, welche sich öfters beim Frischen des Eisens und beim Garmachen des Schwarzkupfers erzeugt, sehr ähnlich; beide werden durch Säuren, unter Ausscheidung gallertartiger Kieselsäure, zersetzt, und mit der beim Garmachen des Schwarzkupfers sich erzeugenden Verbindung kommt unser Mineral auch noch darin überein, dafs es, wie diese, Schwefel und Kupfer enthält. Das specifische Gewicht unseres Minerals (=4,138) ist zwar etwas gröfser als das jener künstlichen Verbindungen, deren specifisches Gewicht =3,5 bis 3,87 gefunden wurde; aber diese Verschiedenheit ist nicht sehr bedeutend, und würde sich überdiefs aus einer Beimengung von Magnet-

eisenstein, dessen specifisches Gewicht gröfser als 5 ist, erklären lassen.

Da die Hauptmasse unseres Minerals aus dieser mit Säuren gelatinirenden Masse besteht, so dürfen wir, sagt der Verfasser, dasselbe für eine natürliche Frischschlacke erklären, und schlagen für das Mineral den Namen *Fayalit* vor.

Die Zusammensetzung des durch Salzsäure nicht zersetzbaren Antheils des Minerals ist, wie sich gezeigt, eine durchaus verschiedene, obgleich die Elemente, welche in beiden auftreten, die nämlichen sind. Wenn man annimmt (was übrigens nicht bewiesen ist, und nicht wohl bewiesen werden könnte), dafs diese Portion des Minerals das Eisen als Eisenoxyd, das Mangan als Manganoxyd enthalte, so würde dieser durch Säuren nicht zersetzbare Antheil des Minerals als doppelt-kieselsaures Eisenoxyd betrachtet werden können, in welchem ein Theil des Eisenoxyds durch die isomorphen Basen, Thonerde und Manganoxyd, ersetzt wäre.

XI. *Ueber die artesischen Brunnen in den Oasen Aegyptens.*

(Aus einem Briefe des Hrn. Lefebvre, in den *Ann. de chim. et de phys. T. LXXI p.* 201. Hr. L. erhielt die untenstehenden Nachrichten von Hrn. Ayme, chemischen Fabrikanten, den der Vicekönig von Aegypten zum Civil- und Militair-Gouverneur aller Oasen ernannt hat, und der noch dort residirt.)

Die grofse Oase von Theben, die unser Landsmann vor Allem bewohnt, hat 25 Lieues in Länge und zwei, drei oder vier in Breite. Die von Garbe (oder Westen), wo er auch eine Alaunfabrik besitzt, hat etwa 20 Lieues (Länge) und eine eiförmige Gestalt. Beide Oasen enthalten ungefähr 25000 Morgen (*arpens*) Landes von gu-

ter Beschaffenheit, das, nach den Versuchen des Hrn. Ayme, zum Anbau von Zuckerrohr, Indigo, Krapp und Baumwolle geeignet ist. Beide Oasen sind so zu sagen von artesischen Brunnen ganz durchlöchert, eine Thatsache, deren Hr. Arago beiläufig im *Annuaire* von 1834 erwähnt, zur Zeit als Hr. A. mir seine Ideen über diese Brunnen mittheilte. Diese sind durch das Einstürzen der von den Alten gemachten Holz- und Steinfütterung gröfstentheils verschüttet. Seitdem hat er indefs mit Hülfe eines Bohrwerks von 125 Fufs Länge mehre dieser Brunnen aufräumen und reinigen lassen, und dadurch ein bis zur Oberfläche des Bodens ansteigendes Wasser erhalten.

Die alten Bewohner dieser Gegenden verfuhren folgendermafsen. Sie gruben viereckige Schächte von 2 bis 3,33 Met. Seite aus, bis hinab zu der 20 oder 25 Met. unter der Bodenfläche liegenden Kalkschicht. Die Schichten über diesem Kalk, von oben nach unten, bestehen aus Dammerde, Thon, Mergel und thonigem Mergel. Die letzte Schicht ruht auf dem Kalk, und unter diesem findet sich das Wasser, welches die Brunnen aller Oasen speifst. Dergleichen Schächte fütterten sie, um das Zusammenstürzen zu verhüten, dreifach mit Dattelpalmen-Holz aus, und dann durchbohrten sie (ob mit Stangen, oder, nach Art der Chinesen, mit Stricken, ist mir nicht bekannt) die Kalkmasse, welche die Araber *agar el moya* (Wasserstein) nennen, und welche eine Dicke von 100 bis 133 Meter hat, bis sie in den Sand kamen, der nach den Proben, welche der Bohrer mit heraufbrachte identisch ist mit dem des Nils. Dieser Sand enthält das unterirdische Wasser. Nach Aufräumung und Reinigung eines dieser Brunnen zeigte sich eine ähnliche Thatsache wie bei dem Brunnen zu Elboeuf [1]). Aus einer Tiefe von 108,33 Meter brachte das Wasser Fische mit herauf, mit welchen Hr. Ayme damals und seitdem seine Tafel besetzen konnte.

1) Annalen, Bd. XXXVIII S. 604. *P.*

Die Bohrleute der Alten waren bei der Arbeit sehr vorsichtig. Nachdem sie bis zur *Agar el moya* gekommen waren, bohrten sie in dieselbe 4, 5 bis 8 Zoll weite Löcher, von den Arabern *algue* genannt. In der Besorgnifs, das Land möchte durch eine zu grofse Menge aufsteigenden Wassers überschwemmt werden, machten sie, zur Verschliefsung oder Ausfütterung des Mundlochs, eine Art Sicherheitsventil aus einem sehr harten Sandstein, dem sie die Form einer Birne gaben. Dieses Ventil war mit einem Eisenring versehen, welcher erlaubte, das Mundloch gänzlich zu öffnen, oder mehr oder weniger zu verschliefsen. Sie waren also mit dem zu ihren Bedürfnissen erforderlichen Wasser sehr haushälterisch. In einigen Brunnen war diefs birnförmige Stück durch ein in die Algue gestecktes und aus derselben hervorragendes Holzrohr ersetzt.

Die Häufigkeit dieser Brunnen und ihre verschiedenartige Oertlichkeit läfst glauben, dafs man in diesen beiden Oasen überall, wo man artesische Brunnen anlegte, aufsteigendes Wasser bekommen würde, in einer Menge, die der Weite des Lochs proportional wäre.

Die Brunnen wurden nur verlassen, weil ihre Holzfütterung verfaulte und sie dadurch verschütteten. Sie alle könnten wieder hergestellt werden, aber die Höhe des Arbeitslohns, der Mangel aller Werkzeuge (die Araber haben keine anderen als ihre Hände) und die ungeheure Kostbarkeit des Holzes setzen diesem Unternehmen sehr grofse Hindernisse in den Weg [1]).

1) Neuerlich hat der englische Konsul Briggs auf dem Isthmus von Suez, zum Behufe der Communication mit Indien, durch den Schweizer Gensberg artesische Brunnen erbohren lassen, die mit Erfolg belohnt wurden. Man fand das Wasser in sehr verschiedenen Tiefen, in Tiefen, die von 14 bis 300 engl. Fufs reichten, unter Kalk.

P.

XII. *Ueber die Bewässerungsweise der Oasen von Oman.*

(Ausgezogen aus *Travels in Arabia etc., by Lieutn.* Wellsted.)

Oman (*'Omán*) ist ein schmaler Streifen Landes von unregelmäſsiger Gestalt, der in seiner gröſsten Breite niemals über 150 engl. Meilen miſst. Auf der Ostseite wird er vom Indischen Ocean bespült, auf der Westseite von ausgedehnten Wüsten begränzt. Er erstreckt sich von der Insel *Mazeira* (20° 48′ N. und 58° 56′ O. v. Greenw.) bis zu dem 400 engl. Meilen entfernten *Ras* (Cap) *Mussendom* (26° 24′ N. und 56° 39′ O.) am Eingange des Persischen Meerbusens, wo es mit einer scharfen Ecke endigt [1]).

Das Merkwürdigste in diesem, im Ganzen sehr sandigen Lande sind die Oasen, die sich von Beni-Abu-Ali in einer ununterbrochenen Linie gegen WNW. erstrekken. Sie sind gewöhnlich von länglicher Gestalt, und liegen rechtwinklich gegen den Lauf der sie bewässernden Bäche. Ihr Umfang geht von 7 oder 8 engl. Meilen bis herab zu einer und noch weniger.

Merkwürdig ist besonders die Ortschaft *Bediah*. Sie besteht aus sieben Dörfern, die in eben so vielen Oasen liegen, und, jedes, zwei- bis dreihundert Häuser enthalten. Eine auffallende Erscheinung bei diesen Dörfern ist ihre vertiefte Lage. Sie stehen in künstlichen Gruben von 6 bis 8 Fuſs Tiefe, um deren Rand man die ausgegrabene Erde in Hügeln aufgeschüttet hat. Dieſs waren, sagt Hr. W., die ersten Oasen, die ich antraf, und deshalb zogen sie meine Aufmerksamkeit sehr auf

1) *Omān* gehört dem *Imám* vom *Maskat*, mit dem die Engländer in neuerer Zeit mehrfache commercielle und politische Verbindungen angeknüpft haben. *P.*

sich. Ich fand, dafs diese, so wie fast alle Dorfschaften (*towns*) im Innern von Oman, ihre Fruchtbarkeit der glücklichen Weise verdanken, auf welche die Bewohner ihre Gärten mit Wasser versehen, eine Weise, die, so viel ich weifs, diesem Lande eigenthümlich ist und einen Aufwand von Arbeit und Geschicklichkeit erfordert, der mehr chinesisch als arabisch ist. Da der gröfste Theil des Landes auf seiner Oberfläche von laufenden Gewässern entblöfst ist, so haben die Araber an höher liegenden Punkten nach unterirdischem Wasser gesucht. Auf welche Weise sie Quellen entdecken, weifs ich nicht; allein es scheint eine eigene Klasse von Leuten zu geben, die Geschäft daraus machen, und dazu im Lande umherreisen. Ich sah mehre Brunnen, die bis zu einer Tiefe von 40 Fufs abgeteuft worden waren. Von dem oberen Theil dieser Brunnen werden, mit sehr sanfter Neigung, Kanäle in der Richtung gebohrt (*bored?*), wohin das Wasser geleitet werden soll. Diese Kanäle sind gewöhnlich vier Fufs breit und zwei Fufs tief, und in regelmäfsigen Abständen mit Oeffnungen versehen, um Licht und Luft für Diejenigen zu liefern, die sie hin und wieder reinigen müssen. Auf diese Weise wird das Wasser in einem klaren, raschen Strom oft 6 bis 8 engl. Meilen weit fortgeführt. Es giebt wenige Ortschaften oder Oasen, die nur vier oder fünf solcher unterirdischen Bäche oder *Feleji* besitzen.

Die isolirten Flecke, zu welchen das Wasser auf diese Weise hingeleitet wird, haben einen Boden von solcher Fruchtbarkeit, dafs beinahe jede in Indien, Arabien oder Persien einheimische Frucht oder Pflanze fast ohne Pflege gedeiht. Die Sagen von den Oasen dürfen nicht länger für eine Uebertreibung gehalten werden; denn ein einziger Schritt führt den Reisenden aus dem öden Sand der Wüste in eine fruchtbare Landschaft, die, bewässert von zahllosen Bächen, mit der üppigsten Vegetation prangt, hohe und stolze Bäume trägt, deren

schattiges Laub selbst die glühenden Strahlen der Mittagssonne nicht zu durchdringen vermögen. Mandel-, Feigen- und Wallnufsbäume sind von ungeheurer Gröfse, und an den Orangen- und Citronenbäumen hängen die Früchte so dicht, dafs ich glaube, es könne nicht ein Zehntel von ihnen eingesammelt werden. Ueber allen thront aber die Dattelpalme, deren Schatten das traulich dunkle Gemälde abschliefst.

Eine Vorstellung von der Dichtheit dieses Schattens erhält man durch die von ihm bewirkte Schwächung der irdischen Strahlung. Ein Fahrenheit'sches Thermometer, das in einem Hause 55° zeigte, fiel, sechs Zoll über dem Boden, auf 45°. Aus dieser Ursache und wegen des Ueberflusses an Wasser ist die Luft fast immer mit Dampf gesättigt, und selbst mitten am Tage sehr kühl (*possefs a clammy coldnefs*).

Solche Landflecke gewähren in der That ein sonderbares und eigenthümliches Schauspiel, das nirgendwo seines Gleichen hat. Nichts kann hievon eine eindringlichere Vorstellung geben als die Liste der Erzeugnisse, die auf einer Fläche von oft nicht mehr als 300 Yards im Durchmesser gewonnen werden. Ich bin überzeugt, kein Ort in der Welt kann so viele und mannigfaltige Pflanzen von luxuriösem Wuchs und vollendeter Gestalt aufweisen als die Oasen von Oman.

XIII. *Feuerkugel über Dänemark am* 8. *Januar* 1840. *Aus einem Bericht des Herrn Dr. Neuber in Apenrade* [1]).

Die Feuerkugel, welche am 8. Januar 1840 Abends wohl im ganzen Lande (Dänemark, namentlich Schleswig) gesehen worden, wurde hier (Apenrade) zuerst

1) Mitgetheilt vom Hrn. Etatsrath Schumacher in Altona.

7 Uhr 55 Minut. bemerkt, und zwar südlich von Castor und Pollux. Sie ging anscheinend durch das Zenit und verschwand in der Gegend von ζ im Schwan. Ihre Richtung war also von OSO. nach WNW. Ihre Gröfse wird verschieden angegeben, scheint aber doch einen Viertel- bis Drittelgrad nicht überstiegen zu haben. Ihr Licht war dem eines hellen Blitzes gleich und erleuchtete Alles umher mit Vollmondshelle. Anfangs war sie ohne Schweif, der sich aber bald bildete, feuerroth war und während seiner ganzen Dauer Funken sprühte. Man hat ihn auf $1\frac{1}{2}°$ geschätzt. Etwa $2\frac{1}{2}$ bis 3 Minuten nach dem Verschwinden wurde ein heftiger Knall, wie der Donner eines schweren Geschützes gehört. Einige wollen nachher ein Knistern, wie das einer Rakete und darauf ein dumpfes Rollen gehört haben, was letzteres indefs wohl nur durch den Nachhall in den hiesigen Waldungen entstand. So wenigstens kam es mir auf meiner Stube vor; denn ich selbst war leider nicht Zeuge der Erscheinung, habe aber deutlich den Knall gehört, und schätze dessen Dauer auf 8 bis 10 Secunden.

Hr. Dr. N. fügt diesem Bericht noch verschiedene Zeitungsnachrichten bei (aus Horsens, Ribe, Odensee, Nyborg, Strandbye (zwischen Faaborg und Assens), Flensburg, Altona u. a. O.), welche Alle im Wesentlichen mit dem Obigen übereinstimmen. Bei Söllingbroe sah ein Fuhrmann die Feuerkugel in viele kleine Stücke zerspringen, hörte darauf erst ein Knistern, dann einen starken Knall, nun einen minder starken und zuletzt ein donnergleiches Getöse. Die Zeit zwischen dem Zerspringen und dem Knall schätzt er auf drei Minuten. Nach dem Bericht eines Landmanns zu Stoltelund, etwa 2 Meilen nordwestlich von Flensburg, verstrich zwischen dem Verschwinden der Hauptkugel und dem Knall wohl eine Minute. Die grofse Kugel hatte, nach der Wahrnehmung Mehrer, einen Schweif von kleineren Kugeln hinter sich, und sah daher drachenartig aus. Nach dem

Erlöschen jeder einzelnen Kugel hörte man ein Zischen oder Knistern in der Luft. — Offenbar hat diese Feuerkugel, sagt Hr. Dr. N., eine grofse Höhe gehabt, da man sie von Horsens bis Altona gesehen hat, und gewifs ist, dafs sie dem nördlichen Schleswig am nächsten war, da sie in unserer Nähe durch das Zenit gegangen ist. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist sie auch über der Westsee (Nordsee) zersprungen, und daher haben wir keine Aussicht, von den ohne Zweifel gefallenen Meteorsteinen Kunde zu erhalten.

XIV. *Alter Sternschnuppenfall. Aus einem Schreiben an Hrn. A. v. Humboldt von Hrn. v. Boguslawski.*

Breslau, 10. Oct. 1840

— Aufmerksam gemacht durch den früheren glücklichen Fund meines Sohnes hat sein Freund, Hr. Dr. Jacobi, Privatdocent der Geschichte an der hiesigen Universität, bei eifrigem Studium in Pertz *Monumenta Germania, I, p.* 369, die gedachte merkwürdige Notiz gefunden. Die geschätzten *Annales Fuldenses* erzählen daselbst *ad annum* 855: »*Mense vero Octobri*, 16 *Kalendas Novembres* (i. e. am 17. October a. St.) *per totam noctem igniculi instar spiculorum occidentem versus per aerum densissime ferebantur.*«

Diese deutliche und merkwürdige Angabe, mit Ihrer denkwürdigen Beobachtung von 1799 zusammengestellt, ändert die Resultate, welche aus der von meinem Sohne aufgefundenen Nachricht hervorgegangen waren, nur wenig, wodurch die Vermuthung nur noch mehr bestärkt wird, dafs alle diese Erscheinungen in der That zusammengehören. Sie giebt die jährliche Fortrückung der Länge

in der Opposition und zugleich nahezu die des nieder-steigenden Knotens $= + 1',428$, mithin die jährliche Ver-spätigung den ☊ $= 34^{m},00$ mittlere Zeit, woraus wieder die synodische Umlaufszeit $= 365^{d}\ 6^{h}\ 22^{m},79$; die tropi-sche $= 365^{d}\ 6^{h}\ 57^{m},57$, und die siderische $= 365^{d}\ 6^{h}\ 37^{m},3$ in rückläufiger Bewegung folgt, so wie die halbe grofse Axe der Bahn $= 1,0000357$, d. h. nur um 720 geog Meilen gröfser, als die der Erdbahn. Die Beobachtun-gen werden durch diese Elemente folgendermafsen dar-gestellt:

		Mittl. Berl. Zeit der ☊			Länge der ☊		Beobachtete mittl. Berl. Zeit			
855	a. St.	Oct.	16.	$12^{h},4$	27°	31',5	Oct.	16.	$12^{h},4$	1)
1366	- -	-	24.	13 ,9	39	41,2	-	21.	15 ,9	2)
1799	n. St.	Nov.	11.	20 ,4	49	59,5	Nov.	11.	20 ,4	3)
1832	- -	-	12.	15 ,7	50	46,7	-	12.	13 ,0	4)
1833	- -	-	12.	22 ,0	50	48,1	-	12.	21 ,0	
1834	- -	-	13.	4 ,4	50	49,5	-	13.	21 ,3	
1836	- -	-	12.	17 ,1	50	52,4	-	13.	15 ,3	5)
1838	- -	-	13.	5 ,8	50	55,2	-	13.	15 ,0	
1339	- -	-	13.	12 ,1	50	56,7	-	13.	12 ,7	6)

Die nächsten Oppositionen würden hiernach statt finden:

1840 Nov. 12. $18^{h},5$ in 50° 58',1
drei Tage nach dem Vollmonde $5^{h}\ 55^{m}$ ☾ Aufg.

1841 Novbr. 13. $0^{h},8$ in 50° 59',5
am Tage nach dem Neumonde.

1842 Novbr. 13. $7^{h},2$ in 51° 0',9
drei Tage nach d. ersten Viertel $15^{h}\ 14^{m}$ ☾ Untg.

1) Pertz, *Monum. Germ. I*, *p.* 369.

2) *Script. rer. Bohem. II*, *p.* 389.

3) A. v. Humboldt, Reisen, II, S. 284 s.

4) Astr. Nachr. XVI, No 381 S. 350, ermittelt v. Bessel.

5) Bei Breslau 1836 Nov. 13 $15^{h},3$, ist aber zu bemerken, dafs d Hauptphase wohl auch schon am Nov. 12 stattgefunden haben kan aber wegen Regenwetter nicht wahrgenommen werden konnte.

6) Beobachtet zu Breslau.

Trotz des Unterschiedes von drei Tagen, um welche die Beobachtung von 1366 von der Rechnung abweicht, darf man doch wohl diese Erscheinung mit dazu gehörig halten, weil eine solche Perturbationswirkung wohl noch nicht als ungewöhnlich gelten kann. — Die Bemerkung in Poggendorff's Annalen, Bd. XXXXVIII S. 612, zu der Nachricht von 1366, daſs danach diese Erscheinung *am Tage* stattgefunden haben müsse, erledigt sich wohl durch die richtige Uebersetzung der Worte: »*ab hora matutina usque ad horam primam*,«, welche aus der Feder des geistlichen Chronisten nicht anders heiſsen können, als: von der Frühmette bis zur ersten Hora.

XV. *Notizen.*

1) *Platzregen zu Marseille.* — Nach einem Bericht des Hrn. Valz veranlaſste am 21. Sept. 1839 ein Gewitter zu Marseille den stärksten Platzregen, den man je daselbst erlebte. Es fielen 40 Millimeter Wasser in 25 Minuten. La Cannebière, eine 30 Meter breite Straſse, mit einem Abfall von 13 Millimeter auf das Meter, wurde ganz überschwemmt, und führte 30 bis 35 Kubikmeter Wasser in der Secunde ab. (*Compt. rend. T. X p.* 199).

2) *Irrlichter?* — Am Sonntage dem 22 Dec. 1839, zwischen 5 und 9 Uhr Abends, bei gelindem und regnigtem Wetter sah man zu Fontainebleau in mehren Straſsen der Stadt phosphorische Flammen aus schlammigen Pfützen aufsteigen. Beim Austreten aus dem Wasser, aus welchem sie sich zu erheben schienen, bewirkten diese Flammen ein Knistern (*crépitation*). Ueberall, wo man diese Erscheinung beobachtete, war die Luft mit einem starken Phosphorgeruch erfüllt, selbst bis zu einem ziemlichen Abstande von den Pfützen, aus denen die Flammen entwichen. Je mehr man das Wasser um-

rührte, desto häufiger zeigte sich der phosphorische Schimmer (*clartés phosphoriques*). Mehre Tage zuvor hatte es geregnet. Am 22. Dec. selbst war es regnigt, sehr feucht, bedeckt und dunstig (*lourd*). (Bericht des Hrn. De la Selve, sous-intendant militaire, in den *Compt. rend. T. X p.* 202.)

3) *Meerestemperatur über Untiefen.* — Franklin und Jonathan Williams beobachteten zuerst den erkältenden Einfluſs der Untiefen auf die Temperatur des Meeres, und A. v. Humboldt nebst John Davy bestätigten denselben. Seitdem glaubten die Physiker die Thatsache verallgemeinern zu können; sie hielten es für vollkommen erwiesen, daſs, *ohne Ausnahme*, das Wasser über Untiefen (*hauts-fonds*) kälter sey als auf offnem Meere. Daſs indeſs die Regel auch Ausnahmen darbietet, mag folgende, auf der letzten Reise der Fregatte Venus beobachtete Thatsache bezeugen [1]).

Am 14. Aug. 1838, als die Fregatte sich dem Archipel der Marquesas-Inseln näherte, wurde die Schiffswache, zum Theil geblendet durch die von der Meeresfläche reflectirten Strahlen der untergehenden Sonne, eine neben der Insel liegende Sandbank zu spät gewahr; die Venus konnte ihren Lauf nicht schnell genug ändern; sie ging also gerade auf die Sandbank fort, und befand sich bald über einer Tiefe von 6 bis 8 Faden (*Brasses*), während wenige Stunden zuvor noch in 200 Faden Tiefe kein Grund zu erreichen gewesen war. Trotz dieser ungeheuren Tiefenänderung hatte sich die Temperatur nicht geändert, wie folgende Zahlen darthun:

1) Diese und die beiden folgenden Notizen sind genommen aus den *Compt. rend. T. XI p.* 298, aus dem Bericht über die auf dieser Reise gemachten wissenschaftlichen Arbeiten. — Die Reise der vom Capitain Du-Petit-Thouars befehligten Fregatte Venus dauerte 30 Monate, vom 29. Dec. 1836 bis zum 24. Juni 1839; sie ging von Brest aus nach Rio-Janeiro, um's Cap Horn, längst der Westküste von Amerika herauf bis Kamtschatka, dann wieder hinab bis Valparaiso, von da quer durch den groſsen Ocean nach Taïti, Neu-Seeland, Van-Diemensland, und dann über das Cap der guten Hoffnung zurück in die Heimath.

Stunden.	Temperatur des Meeres.	Tiefe (*Brasses*).
Mittag	26°,6 C.	Ueber 200
1	26 ,7	- -
2	26 ,7	- -
3	26 ,8	- -
4	26 ,8	- -
5	26 ,7	Ueber 200
6	26 ,5	6 bis 8
7	26 ,5	6 bis 8
8	26 ,5	Ueber 200
9	26 ,5	- -
10	26 ,5	- -
11	26 ,5	- -
Mitternacht	26 ,5	- -
1	26 ,5	- -
2	26 ,3	- -
3	26 ,2	- -
4	26 ,2	- -
5	26 ,3	- -
6	26 ,3	- -
7	26 ,5	- -
8	26 ,5	- -
9	26 ,5	- -
10	26 ,6	- -
11	26 ,6	- -
Mittag	26 ,7	- -

Im Allgemeinen fand man indeſs auch auf dieser
se das Wasser im offenen Meere 1 bis 2 Grad wär-
als auf Rheden und über Sandbänken, bei Valpa-
o und in der False-Bay (Cap der guten Hoffnung)
ır 4° C.

4) *Höhe der Wolken.* — Zur Messung derselben
den zwei Methoden angewandt. Bei der ersten be-
sich der Beobachter möglichst hoch auf einen Mast
Fregatte, wartete bis ein vereinzeltes Gewölk oder
Rand einer Wolke in die Verticale der Sonne kam.
liesem Augenblick bestimmte er mittelst eines Re-
onsinstruments, folgweise die Depression des von der
lke geworfenen Schattens unter den rationellen Ho-

rizont, die Winkelhöhe der Wolke und die der Sonne. Das Uebrige ist Sache der Rechnung. Die zweite Methode ist bekannter. Sie erfordert, dafs man beobachte 1) den Zeitpunkt des Sonnenuntergangs, und 2) den Zeitpunkt, wo die Sonne aufhört die Wolke direct zu beleuchten, was letzteres wegen der plötzlichen Aenderung, welche diese in ihrer Helligkeit erleidet, nicht schwer hält. Endlich mufs man für diesen letzten Zeitpunkt die Winkelhöhe und das Azimut der Wolke messen. Diese zweite Methode ist indefs seltener einer Anwendung fähig, besonders aufserhalb der Tropen, wo ein dunstiger Horizont fast immer die Beobachtung des wahren Sonnenuntergangs verhindert.

Auf diese Weise ergab sich, dafs sowohl über dem atlantischen als dem stillen Meere die Wolken in einer Höhe zwischen 900 und 1400 Metern schwebten. Die äufserste Gränze von 1400 wurde am 20. Febr. 1828 unter 13° 0′ S. und 109° 3′ W. beobachtet.

5) *Tiefe des Meeres.* — Es wurden zwei Messungen gemacht. Die eine am 5. April 1837 unter 57° 0′ S. und 85° 7′ W. v. Paris, 185 Seemeilen westlich und 8 südlich vom Cap Horn, 140 Seemeilen von der nächsten Küste; bei vollkommener Meeresstille und schönem Wetter, fand man in 4000 Meter Tiefe noch keinen Grund. — Die zweite am 27. Juni 1837 auf der Südsee, unter 4° 32′ N. und 136° 56′ W., 230 Seemeilen südlich von den Bunker-Inseln, auch bei völliger Meeresstille, gab bei 3790 Meter Tiefe ebenfalls keinen Grund an. Beide Bestimmungen geschahen mittelst des Senkbleis, wobei die Tiefe aus der Länge und der Neigung der Schnur (oder vielmehr ihres sichtbaren Theils) in der Voraussetzung, dafs sie auch unter dem Wasser geradlinig ausgespannt wäre, berechnet wurde. Die Untersuchung des wieder heraufgeholten Senkbleis zeigte, dafs es den Grund in jenen Tiefen, den gröfsten bisher gemessenen, noch nicht berührt hatte.

1840. ANNALEN №. 10.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND LI.

I. *Ueber das Maximum der Wirkung eines Nebendrahtes auf die Entladung der elektrischen Batterie; von Peter Riefs.*

Ich habe vor längerer Zeit einige merkwürdige Thatsachen mitgetheilt, die weiter zu verfolgen ich bis vor Kurzem durch Krankheit verhindert war. Aus den früher bekannt gemachten Versuchen[1]) ergab sich, dafs die Gröfse der Erwärmung, welche die Entladung einer elektrischen Batterie in dem Schliefsungsdrahte erregt, von der Schliefsung abhängt eines zweiten Drahtes, der in einiger Länge parallel neben dem Hauptdrahte ausgespannt, sonst aber durch einen Isolator (Glas, Luft) von ihm getrennt ist. Waren nämlich die Enden dieses Nebendrahtes durch ein Drahtstück verbunden, das die Elektricität weniger gut leitete als der Hauptdraht der Batterie, so wurde die Erwärmung im Hauptdrahte geringer gefunden als früher, und zwar zeigte sich in einzelnen Versuchen die Erwärmung um desto kleiner, je weniger leitend die Schliefsung des Nebendrahtes war. So lange aber die Enden des Nebendrahtes durch einen sehr vollkommen leitenden Draht oder gar nicht in Verbindung standen, war die Erwärmung im Hauptdrahte nicht von der verschieden, welche ohne Anwendung eines Nebendrahtes stattfand.

Zwischen den beiden extremen Fällen, in welchen der Nebendraht vollkommen metallisch oder gar nicht geschlossen ist, liegt aber eine continuirliche Reihe von zwar metallischen, aber immer unvollkommener werden-

1) Poggend. Annal. Bd. XXXXIX S. 393. *Comptes rendus*, 9 *mars* 1840.

den Schliefsungen; es mufs die Frage entstehen, ob die beobachtete Einwirkung des Nebendrahtes auf die Entladung der Batterie eine isolirte an eine specielle Bedingung geknüpfte Erscheinung, oder ob sie allgemein und nur der Stärke nach veränderlich mit der Schliefsung des Nebendrahtes ist. Ist diefs letztere der Fall, so wird man, da die extremen Fälle der Schliefsung das Minimum der Wirkung zeigen, ein Maximum oder mehrere Maxima finden müssen, wenn man die Schliefsung des Nebendrahtes allmälig verschlechtert. — Zur Lösung dieser Frage sind die folgenden Versuche angestellt worden, deren Resultat ich von Wichtigkeit für die Theorie der elektrischen Entladung halte.

Der Schliefsungsbogen der elektrischen Batterie enthielt die in der früheren Mittheilung angegebenen wesentlichen Stücke, nämlich: mein gröfseres Luftthermometer mit einem 143''',5 langen Platindraht (*rad.* 0''',041) und eine flache Spirale aus ungefähr 13 Fufs eines 0''',55 dicken Kupferdrahtes bestehend. Dieser Spirale stand parallel die ihr ganz ähnliche Nebenspirale in 1 Linie Entfernung gegenüber, und war zum Ueberflufs von ihr durch eine Glasscheibe getrennt. Die Enden der Nebenspirale setzten in zwei (5' 8'' und 6' 8'') lange Kupferdrähte von 0''',55 Dicke fort, welche mit Schraubenklemmen endigten, die in eingeschliffenen Rinnen einen dünnen Draht ohne Quetschung festhalten konnten. Auf einem grofsen, aus Glasröhren bestehenden Rahmen waren ungefähr 600 Fufs eines 0''',1577 dicken Neusilberdrahts in 59 Windungen aufgewunden, von welchem beliebige Längen mit den Klemmen eingefafst und so zur Schliefsung der Nebenspirale benutzt werden konnten [1]). In der ersten Versuchsreihe, bei welcher kein

1) Dieser lange Neusilberdraht ist mir ganz untadelhaft aus der Fabrik des Hrn. Abeking hierselbst geliefert worden. Da der in meinen früheren Abhandlungen gebrauchte Draht aus der Fabrik des Hrn. Henniger bedeutend spröder war, und sich nicht zu solcher Länge

Neusilberdraht angewendet wurde, waren die Drahtenden der Nebenspirale durch ein kurzes silberplatirtes Kupferblech in Verbindung gesetzt worden. Bei den folgenden Reihen wurde die Nebenspirale durch immer größere Längen Neusilberdraht geschlossen. — Um eine klare Anschauung der Versuche zu geben, sind in der ersten Tabelle die beobachteten Erwärmungen vollständig mitgetheilt, welche ich nicht in gröfserer Anzahl nehmen zu müssen glaubte, da den daraus abgeleiteten Werthen für die Einheit der Ladung keine absolute Gültigkeit beigemessen werden soll. In den folgenden Tabellen wird es genügen, nur diese abgeleiteten Werthe aufzuführen. Die Einheit der Elektricitätsmenge wurde durch das Ueberspringen des Funkens der Maafsflasche durch den Zwischenraum von $\frac{1}{2}$ Linie bestimmt [1]).

ausziehen liefs, so untersuchte ich die elektrische Verzögerungskraft des neuen Drahtes, fand dieselbe indefs von der des früher gebrauchten Drahtes sehr unbedeutend abweichend. Siehe unten.

1) Dem Leser, der meinen elektrischen Abhandlungen genauer zu folgen veranlafst ist, bemerke ich, dafs die Maafsflasche von hier ab eine veränderte Einrichtung besafs. Früher waren, wie gewöhnlich bei der Lane'schen Flasche, die Kugeln, zwischen welchen der Funke überspringt, fest angeschraubt, so dafs die Entladung immer an demselben Punkte der Kugeln stattfand. Fanden sich diese Stellen nach einiger Zeit oxydirt, so wurden, wie ich angegeben, die Beobachtungen unsicher, weil durch späteres Ueberspringen des Funkens die angenommene Elektricitäts-Einheit vergröfsert war; ich war gezwungen die Kugeln zu poliren und nach längerer Zeit durch neue zu ersetzen. Ich hatte später die Kugeln vergolden lassen, ohne hierdurch einen sonderlichen Vortheil zu erlangen. In der neuen Einrichtung sind die Kugeln (von 10''' Durchmesser) nicht aufgeschraubt, sondern jede derselben ist auf einen verticalen, sehr sorgsam abgedrehten Zapfen aufgesteckt, um den dieselbe gedreht werden kann. Von jeder Kugel kann deshalb ein ganzer gröfster Kreis benutzt werden, die Funken zu empfangen, und man wird sich derselben auch bei fleifsigem Experimentiren eine geraume Zeit hindurch bedienen können, ehe sie einer neuen Bearbeitung zu unterwerfen wären.

Erwärmung eines Luftthermometers im Schliefsungsdrahte.

Flaschen-zahl. s.	Elektricitätsmenge. q.	Die Nebenspirale geschlossen durch Neusilberdraht von der Länge (Par. Fuſs).																Nebenspirale offen.
		0'.	2',4.	4'8.	9',8.	19',7.	29',6.	39',4.	59',2.	88',7.	138'.	187',3.	236',6.	285',9.	384',5.	483'.	581',7.	
4	12	11,8	9,4	8,4	6,4	6,3	6,0	5,8	6,3	7,2	7,6	8,1	8,5	8,8	9,4	9,4	9,9	11,4
	14	14,7	12,2	10,4	8,6	8	7,4	8	8,6	9,0	10,3	10,7	11,0	11,5	12,2	12,7	13,3	15,1
	16	19	15,7	13,4	11	9,8	9,4	9,8	10,5	11,6	12,8	13,1	13,6	14,2	15,4	16	17	19,7
5	14	12,1	10,4	8,5	6,6	6,5	6,5	6,5	6,8	8	8,2	9,2	9,3	9,6	10	10,5	10,9	12,1
	16	15,5	13	10,9	8,4	8,3	7,6	8	8,4	9,7	10,5	11,4	11,6	12,0	12,7	13,5	13,5	15,2
	18	19,2	15,1	13	11,3	10	8,9	9,8	10	12,2	13	13,5	14,8	14,7	15,3	16,5	17,5	19,4
Erwärmung für Einheit der Ladung		0,31	0,25	0,21	0,17	0,16	0,15	0,16	0,168	0,19	0,206	0,219	0,227	0,234	0,25	0,26	0,27	0,31
Dieselbe in Theilen d. gröſsten Erwärm.		100	81	70	55	52	48	52	54	61	66	71	73	76	81	84	87	100

Die Erwärmungen für die Einheit der Ladung sind nach der Relation $\Theta = a\frac{q^2}{s}$ abgeleitet; in der letzten Horizontalreihe sind die einzelnen Werthe in Theilen der gröfsten Erwärmung, die bei ganz vollkommener Schliefsung der Nebenspirale stattfand, angegeben. Der allgemeine Gang der Erscheinung ist klar. Während in die Schliefsung der Nebenspirale, die zu Anfang nur aus Kupfer bestand, fortwährend gröfsere Längen des Neusilberdrahtes eingeschaltet werden, wird im Schliefsungsdrahte der Batterie eine immer geringere Erwärmung gefunden; diese erreicht bei einer gewissen Länge den kleinsten Werth, und nimmt dann, obgleich sehr langsam, fortwährend wieder zu. Die Erwärmung, die bei vollkommener Schliefsung 100 war, ist bei Einschaltung von 30 Fufs Neusilberdraht in die Nebenspirale unter die Hälfte gesunken, bei weiterer Verlängerung des Neusilberdrahtes nimmt dieselbe zu, und hat bei 582 Fufs wiederum den Werth 87 erreicht. Der anfängliche Werth 100 würde sich erst bei sehr grofser Verlängerung des Neusilberdrahtes wieder finden, für deren Gränze die letzte Reihe, in welcher die Nebenspirale offen stand, genommen werden kann. Ich habe mich hier und bei allen Versuchen versichert, dafs zwischen den angegebenen Punkten kein Wechsel stattfindet, es ergiebt sich daher:

Ein neben dem Schliefsungsdrahte der elektrischen Batterie befindlicher metallisch geschlossener Draht wirkt nach Maafsgabe seiner Schliefsung auf die Batterieentladung verzögernd ein. Wird die Schliefsung des Nebendrahtes progressiv verlängert, so nimmt die Einwirkung desselben zu, erreicht ein Maximum, und nimmt von dort fortwährend wieder ab.

Diefs merkwürdige Resultat findet eine Erklärung in der Vorstellungsweise, die mich zur Auffindung dieser Klasse von Erscheinungen geführt hatte. Es wurde

die Batterieentladung als aus partiellen Entladungen zusammengesetzt angenommen, von welchen jede in dem Nebendrahte einen elektrischen Strom erregt, der bei besserer oder schlechterer Leitung eine kürzere oder längere Zeit hindurch besteht. Das Verschlechtern der Leitung des Nebendrahtes bewirkt ein längeres Bestehen des Nebenstromes, so daſs eine Partialentladung der Batterie eintreten kann, während der von der vorhergehenden Entladung erregte Nebenstrom noch fortbesteht. (Diese Annalen, Bd. XXXXIX S. 397.) Je weiter der erste Nebenstrom in die Dauer der zweiten Batterieentladung eingreift, desto stärker muſs seine Einwirkung auf dieselbe seyn; die Verminderung der Erwärmung nimmt zu mit Verschlechterung der Leitung des Nebendrahtes. Denkt man sich aber den Punkt erreicht, an welchem der erste Nebenstrom die ganze Zeit der zweiten Batterieentladung ausfüllt, so wird eine längere Dauer desselben von geringerem Einflusse seyn, als ein anderer diesem Einflusse entgegenwirkender Umstand. Man weiſs, daſs die Kraft eines elektrischen Stromes (zu erwärmen, magnetisch zu wirken) vermindert wird durch Verlängerung der Leitung die er zu durchlaufen hat, und ein so geschwächter Strom muſs auch nothwendig die hier betrachtete Einwirkung weniger kräftig äuſsern. So lange die Dauer des Nebenstromes die Dauer der partiellen Batterieentladung nicht erreicht hat, wird die Schwächung des Stromes überwogen durch die längere Zeit, in der er auf den Hauptstrom einwirkt; erst nach der oben angegebenen Gränze, die das Maximum der Einwirkung des Nebendrahtes giebt, wird mit progressiver Verlängerung der Nebenschlieſsung die immer schwächer werdende Einwirkung desselben merkbar seyn. Der geschlossene Nebendraht hat hiernach unter zwei verschiedenen Bedingungen die kleinste Einwirkung auf die Entladung der Batterie. Während das erste Minimum der Einwirkung des Nebendrahtes, bei ganz vollkommenem Schluſs, da-

durch entsteht, dafs die Entladung keinen Strom im Nebendrahte vorfand, entsteht das zweite Minimum bei sehr unvollkommenem Schlufs, indem der vorgefundene Strom zu schwach ist, seine Einwirkung bemerkbar zu machen. Es sind hier, der Einfachheit wegen, nur die beiden ersten Partialentladungen der Batterie betrachtet worden, das Gesagte gilt indefs auch für alle folgenden in erhöhtem Maafse. Da nämlich die zweite Partialentladung gegen die erste verzögert worden durch Einflufs des ersten Nebenstromes, so wird der zweite Nebenstrom länger dauern als der erste, in die dritte Partialentladung weiter eingreifen und dieselbe noch bedeutender verzögern können. Diefs findet auch weiterhin statt; jede Partialentladung wird durch Einflufs des Nebenstroms gegen die unmittelbar vorhergehende verzögert seyn. — Eine nothwendige Folge dieses Mechanismus ist, dafs die Erwärmung, welche die Batterieentladung im Schliefsungsdrahte erregt, zwar durch Einwirkung des Nebendrahtes sehr geschwächt, niemals aber gänzlich wird aufgehoben werden können. Die Erwärmung des Schliefsungsdrahtes ist der Totaleffect aller partiellen Entladungen der Batterie, durch Einwirkung des Nebendrahtes können wir die Partialentladungen beliebig verzögern, mit Ausnahme der ersten Entladung, bei welcher der Nebendraht noch keinen Strom führt. Auch bei der günstigsten Anordnung des Apparats wird daher die erwärmende Wirkung der ersten Partialentladung vorhanden seyn. — Die Veränderungen, welche die Erwärmung im Hauptdrahte durch die Einwirkung des Nebendrahtes in der oben mitgetheilten Tabelle zeigt, sind dieselben, welche Ladung der Batterie man auch anwenden und von welcher anfänglichen Erwärmung man hiernach ausgehen mag. Man findet, wenigstens bei den Extremen der Ladung, die ich versucht habe, stets dieselben Verhältnisse, welche die Erwärmungen für die Einheit der Ladung zeigen. Ganz anders aber verhält es sich, wenn die an-

fängliche Erwärmung nicht durch die Ladung der Batterie, sondern durch die Beschaffenheit des Schliefsungsdrahtes selbst bestimmt wird. Alsdann ist der Gang der Verminderung wie der relative Werth der kleinsten Erwärmung gänzlich verändert, und zwar findet man, dafs ein bestimmter Nebendraht mit seinen Schliefsungen die Erwärmungen des Hauptdrahts desto weniger zu ändern vermag, je geringer die anfängliche Erwärmung (bei vollkommen geschlossenem Nebendraht) war.

Als Beleg hierzu dient die folgende Reihe, in welcher der Hauptschliefsungsdraht der Batterie durch einen 7" 5''' langen Platindraht (*rad.* 0''',023) verlängert worden.

	Nebenspirale geschlossen durch Neusilberdraht von der Länge.					
	0'.	29',6.	49',3.	69'.	236',6.	571',2.
Erwärm. f. Einheit d. Ladung	0,153	0,125	0,12	0,12	0,139	0,151
Dies. in Theil. gröfst. Erw.	100	82	78	78	91.	99.

Als in der früheren Versuchsreihe die anfängliche Erwärmung 0,31 war, wurde diese durch Schliefsung der Nebenspirale mit 29',6 Draht am stärksten, und zwar im Verhältnifs 100 zu 48 vermindert, während hier die anfängliche Erwärmung 0,153 durch 69 Fufs Draht nur von 100 auf 78 gebracht werden konnte. Auch war früher bei Schliefsung mit der gröfsten Drahtlänge erst der Werth 87 erreicht, während hier bei derselben schon wieder die anfängliche Erwärmung gefunden wurde. Diefs Resultat hat nichts Auffallendes. Frühere Versuche ergaben, dafs ein desto stärkerer Nebenstrom erregt wird, ein je gröfserer Theil des Hauptdrahtes auf den Nebendraht einwirkt, und dem stärkeren Nebenstrome müssen wir auch die stärkere Wirkung auf die Entladung zugestehen. Nun hatten wir in den beiden angeführten Versuchsreihen dieselbe Länge des Hauptdrahts, 13 Fufs Kupferdraht, welche auf eine gleiche Länge des Nebendrahts einwirkte. Offenbar aber machten diese 13 Fufs

Draht einen bei weitem gröfseren Theil des ganzen Schliefsungsbogens aus in der ersten Versuchsreihe, als in der zweiten, in welcher der Schliefsungsbogen durch den dünnen Platindraht so bedeutend verlängert war. Man mufs bedenken, dafs dieser 7″ 5‴ lange Platindraht die Entladung der Batterie so veränderte, wie es ein Kupferdraht 0‴,55 dick von 568 Fufs Länge gethan haben würde.

Nach diesen Versuchen lassen sich nun leicht die Mittel übersehen, durch welche die Erwärmung in einem ganz bestimmten Schliefsungsdrahte durch Wirkung eines Nebendrahtes möglichst vermindert werden kann. Es werden dieselben Mittel seyn, die zur Erregung des kräftigsten Nebenstromes gebraucht werden: Näherung des Nebendrahtes an den Hauptdraht und gröfste Ausdehnung des Theils des Nebendrahtes, der von dem Hauptdrahte erregt wird. Sind Haupt- und Neben-Draht schon einander sehr nahe, so wird durch gröfsere Näherung nicht verhältnifsmäfsig gewonnen, wie diefs in den früheren Versuchen über Erregung des Nebenstromes gezeigt worden; man wird daher dazu schreiten, den wirksamen Theil des Hauptdrahtes zu vergröfsern. In den folgenden drei Versuchsreihen zeigt sich der Einflufs einer solchen Verlängerung des Theils des Nebendrahtes, der von dem Hauptdrahte eine Einwirkung erfährt.

Ich liefs zwei neue Spiralscheiben verfertigen, den früheren ähnlich, nur von gröfserer Ausdehnung. Jede derselben enthielt 53½ Fufs Kupferdraht von $\frac{2}{3}$ Linie Dicke und bestand aus 31 Kreisen von welchen der kleinste 9,7 der gröfste 68,3 Linien Halbmesser hatte. Der Schliefsungsbogen der Batterie wurde nun so zusammengesetzt, dafs unmittelbar vom Entladungsapparat ein 2′ 7″ langer $1\frac{2}{3}$ Linie dicker Messingdraht zu der grofsen Hauptspirale führte, diese durch einen kurzen Kupferdraht mit dem Platindraht des Thermometers in Verbindung stand, der andererseits mit der kleinen Hauptspirale verbunden war, deren freies Ende zu dem ab-

leitenden Kupferstreifen führte. Einer jeden der beiden Spiralscheiben stand die zugehörige Nebenspirale in der Entfernung von 2 Lin. gegenüber (die früher gebrauchte Entfernung von 1 Linie war bei den grofsen Spiralscheiben nicht gut anwendbar). Es wurden nun zuerst die Enden der kleinen Nebenspirale durch die früher bezeichneten Kupferdrähte verlängert, die mit ihren Klemmen ein Stück des langen Neusilberdrahtes einfafsten, und so die Nebenspirale schlossen.

Erwärmung des Luftthermometers im Schliefsungsdraht.

	kleine Nebenspirale geschloss. d. Neusilberdraht v. Länge										Nebenspirale offen.
	0	9',9	19,7	29,6	39,4	59,2	98,6	187,3	285,9	571,9	
Erwärmung für Einheit der Ladung	0,21	0,18	0,17	0,16	0,17	0,184	0,188	0,207	0,209	0,21	0,21
Dieselbe in Theilen der gröfsten Erwärmung	100	86	81	76	81	88	90	99	99	100	100

Die Wirkung der Nebenspirale auf die Entladung ist hier so schwach, dafs im Maximum derselben die Erwärmung im Hauptdrahte nur im Verhältnifs 100 zu 76 vermindert ist. Aber es sind auch nur 13 Fufs Kupferdraht vom Hauptdrahte wirksam, und der erregte Nebenstrom vermag schon bei Schliefsung der Nebenspirale durch 286 Fufs Neusilberdraht die Entladung fast nicht mehr zu ändern. In der folgenden Versuchsreihe wurde die grofse Nebenspirale mit den beiden Kupferdrähten versehen und durch den Neusilberdraht geschlossen. Hier wirken 53½ Fufs des Hauptdrahts auf den Nebendraht, und die daher rührende Verminderung der Erwärmung ist sehr bedeutend.

ärmung des Luftthermometers im Schliefsungsdraht.

Die grofse Nebenspirale geschlossen, durch Neusilberdraht von der Länge:	Erwärmung für die Einheit der Ladung.	Erwärmung in Theilen der gröfst. Erwärmung.
0	0,21	100
9',9	0,12	57
19,7	0,088	42
29,6	0,066	31
59,2	0,059	28
78,9	0,052	25
118,3	0,055	26
187,3	0,059	28
285,9	0,066	31
384,5	0,075	36
483,0	0,084	40
571,9	0,092	44
Nebenspirale offen	0,21	100

elbe Erwärmung 0,21, die in der vorigen Tabelle
im Verhältnifs 100 zu 76 vermindert werden konnte,
ier von 100 auf 25 gebracht, welcher Maximumwir-
des Nebendrahtes die Schliefsung mittelst 78,9 Fufs
ilberdraht entspricht. Bei weiterer Verlängerung
Drahtes nimmt die Erwärmung so ausnehmend lang-
zu, dafs dieselbe bei 571,9 Fufs erst wieder auf
estiegen ist. Nach der Schliefsung durch diese be-
ende Länge müssen noch eine Menge progressiv ver-
chterter Schliefsungen hinzugedacht werden, ehe die
irmung 100 erreicht wird, die bei offener Neben-
le stattfindet. Dieser Gang der Erscheinung ist eine
wendige Folge des sehr starken Nebenstromes, der
er grofsen Nebenspirale erregt wird. Derselbe ist
edeutend, dafs schon bei sehr geringer Ladung, z. B.
ı die Elektricitätsmenge 6 in 4 Flaschen angehäuft
len, eine starke Erschütterung gefühlt wird, wenn
die Nebenspirale mit den Armen schliefst. Eben
er Stärke des Stroms ist es beizumessen, dafs die
imumwirkung des Nebendrahtes erst bei einer viel

längeren Schliefsung desselben eintritt, als es früher Fall war (78,9 Fufs statt 29,6); denn eine je gröl Zahl der Partialentladungen verzögert werden, um d später mufs die Bedingung für den Wendepunkt ei ten, dafs der Nebenstrom während der ganzen Zeit Entladungen stattfindet.

Man kann die Erwärmung in dem bisher gebra ten Hauptdrahte noch bedeutender verringern, wenn beiden Nebenspiralen zur Wirksamkeit gebracht wer indem man zwei sich folgende Enden derselben (die mit einander verbundenen Enden der Hauptspiralen sprechen) verbindet und die beiden andern Enden d den Neusilberdraht schliefst.

Erwärmung des Luftthermometers im Schliefsungsdra

Die verbundenen Spiralen geschlossen durch Neusilberdraht von der Länge:	Erwärmung für die Einheit der Ladung.	Erwärmung in Theilen de gröfst. Erwärmu
0	0,21	100
9',9	0,105	50
19,7	0,075	36
39,4	0,051	24
78,9	0,051	24
98,6	0,044	21
138	0,042	20
187,3	0,046	22
285,9	0,054	26
384,5	0,063	30
571,9	0,079	38
Nebenspirale offen	0,21	100

Hier ist die anfängliche Erwärmung 0,21 in dem hältnisse 100 zu 20 verringert worden bei der Sc fsung der Nebenspirale durch 138 Fufs Neusilberd im weiteren Fortgange ist das Steigen der Wärme langsam, dafs bei 571,9 Fufs erst der Werth 38 erre wird. Es ist zu bemerken, dafs ein geringer Werth Erwärmung bei dem Maximum der Wirkung des Nel

drahts stets verbunden ist mit einem anfänglich sehr schnellen Sinken der Erwärmung bei Einschaltung geringer Längen Neusilberdraht, und einem später sehr langsamen Steigen der Erwärmung bei fortschreitender Verlängerung der Schliefsung. Dabei ist indefs, wie oben bemerkt worden, der Gang der Erscheinung gänzlich verändert. Während z. B. in der vorletzten Tabelle den Einschaltungen von 9,9 und 19,7 Fufs Neusilberdraht die Erwärmungen 57 und 42 entsprechen, wird die kleinste Erwärmung 25 bei 78,9 Fufs gefunden; hingegen in der letzten Tabelle entsprechen den ersten beiden Schliefsungen die Erwärmungen 50 und 36, aber der geringste Werth 20 wird erst bei 138 Fufs Draht erreicht. Es folgt aus diesen Versuchen:

Das Maximum der Wirkung eines Nebendrahts auf die elektrische Entladung, welches durch Verlängerung der Nebenschliefsung erreicht wird, ist um desto gröfser, ein je gröfserer Theil des Hauptdrahtes auf den Nebendraht einwirkt. Zugleich aber ist zur Erreichung dieses Maximums eine um so längere Schliefsung des Nebendrahtes erforderlich.

Ich habe oben die Vermuthung ausgesprochen, dafs auch bei der denkbar günstigsten Einrichtung des Apparats die Wirkung auf die Batterieentladung nie so stark werden kann, als dafs nicht mit feinen Instrumenten noch einige Erwärmung im Schliefsungsdrahte bemerkt werden könnte. Das zuletzt gefundene Verhältnifs der kleinsten Erwärmung zur anfänglichen ist indefs zu bedeutend, und mufs gröfstentheils einem andern Umstande zugeschrieben werden. Der Platindraht im Thermometer, der niemals auf den Nebendraht vertheilend wirken kann, ist zu lang im Verhältnifs zum ganzen Schliefsungsdrahte; durch Verkürzung desselben wird sich die Wirkung des Nebendrahtes noch bedeutend steigern lassen. Da eine solche Verkürzung die Empfindlichkeit des Luftthermometers und dadurch die Sicherheit der Beobachtung ver-

mindert, so habe ich mich zu den folgenden Versuchen eines Metallthermometers bedient. Ich theile diese Versuche ausführlich mit, da sie wenig Sorgfalt verlangen, und das Breguet'sche Thermometer, wie es sich in Vieler Händen befindet, sehr leicht zu dieser Untersuchung eingerichtet werden kann.

In der Axe einer empfindlichen thermometrischen Spirale von Breguet [1]) (bei Erwärmung der umgebenden Luft um 1° R. ging der Zeiger derselben durch 22 Bogengrade) wurde ein geradliniger Platindraht von 61,5 Linien Länge und 0''',040 Radius unverrückbar befestigt, und mittelst dicker Metallfortsätze und Schrauben in den Schliefsungsbogen der Batterie eingeschaltet. Man bedeckt das Instrument mit einer Glasglocke, und wartet bis der am unteren freien Ende der Thermometer-Spirale befestigte Zeiger einen festen Stand auf der Kreistheilung eingenommen; entladet man nun die Batterie, so erwärmt sich der Platindraht in der Axe der Spirale und theilt dieser seine Wärme mit, der Zeiger durchläuft eine Anzahl Grade, und kehrt sogleich, da das grofse Luftvolumen unter der Glocke die Spirale schnell wieder abkühlt, zu seinem früheren Stande zurück. Man kann hiernach viele Versuche in kurzer Zeit hinter einander anstellen. Die Geschwindigkeit der Bewegung des Zeigers und die Kleinheit der Kreistheilung (mit rad. von 14 Linien) läfst gewöhnlich keine genauere Beobachtung als auf ganze Grade zu, welches indefs bei der Empfindlichkeit der Spirale genügend ist. Bei den folgenden Versuchen war der Schliefsungsbogen möglichst einfach, auf die grofse Spiralscheibe mit 53½ Fufs Kupferdraht folgte der Platindraht im Metallthermometer, und sodann ein Kupferdraht von 20 Zoll Länge und 0''',67 Dicke, der zu dem ableitenden Kupferstreifen führte. Die Nebenspirale stand der Hauptspirale in 2 Linien Entfernung gegenüber; die Schliefsung der Nebenspirale durch verschiedene Längen Neusilberdraht geschah in derselben Weise wie früher.

1) Im Mai 1840, vor Construirung des obigen Apparats, habe ich bei Hrn. Breguet in Paris ein ähnliches, nur sehr complicirtes Thermometer für galvanische Ströme gesehen. Es bestand im Wesentlichen aus zwei thermometrischen Spiralen, von welchen eine jede ihrer ganzen Länge nach von einer Spirale aus Platindraht umgeben war. Die beiden Platinspiralen (aus verschieden dickem Drahte) waren mit einander verbunden, und dienten zur Leitung des Stromes.

Erwärmung eines Metallthermometers im Schliefsungsdrahte.

Flaschenzahl. s.	Elektr. Menge. q.	Die grofse Nebenspir. geschlossen d. Neusilberdraht v. d. Länge.										Nebenspirale. offen.
		0	4',8	9',9	19',7	29',6	49',3	...	285',9	384',4	571',9	
4	12	20	11	7	4	3	3		3,3	4,5	6	18
	14	28	15	9	6	4,5	4		4,5	6	8	26
	16	37	20	11	8	6	5		6	7,5	10	34
5	14	22	12	7	4	3,5	3		3,5	5	7	20
	16	30	16	9	6	5	4		5	6	8	27
	18	38	21	12	8	6	5		6	8	10,5	34
Erwärm. [1]) für Einheit der Ladung		0,57	0,31	0,18	0,12	0,09	0,078	...	0,09	0,12	0,16	0,52
Dieselbe in Theilen d. gröfst. Erwärm.		100	54	32	21	16	14	...	16	21	28	91

1) Die Erwärmungen für die Einheit der Ladung sind wie früher nach der Formel $\Theta = a\frac{q^2}{s}$ berechnet und geben die Beobachtungen genügend wieder. Bemerkenswerth ist, dafs die Erwärmungen für die stärksten Ladungen, welche bei dem Luftthermometer, wie ich früher angeführt, der Erkaltung durch die Glaskugel wegen, stets etwas zu klein ausfallen, hier mit denen bei geringer Ladung besser übereinstimmen. Die Anzeige des Metallthermometers ist überall so schnell, dafs die von der Spirale sehr entfernte Glasglocke denselben Einflufs äufsert, die Erwärmung mag klein oder grofs seyn.

In dieser Versuchsreihe war der Schliefsungsdraht offenbar besser leitend als irgend früher; statt des sonst überall vorhandenen Platindrahts, von 143,5 Linien Länge, war hier nun ein fast eben so dicker Draht von 61,5 Linien Länge gegenwärtig; zugleich wirkten 53½ Fufs des Hauptdrahts auf die Nebenspirale ein. In Folge hiervon sind alle Einschaltungen des Neusilberdrahts von starker Wirkung, und die anfängliche Erwärmung wird in dem Verhältnisse 100 zu 14 und noch bedeutender vermindert. Eine geringere Erwärmung als 0,078 wurde bei Einschaltung von 200 Fufs Neusilberdraht bemerkt, die sich am Instrumente nicht mehr genau bestimmen liefs. Mit dem schnellsten Sinken der Erwärmung und der gröfsten Verminderung derselben ist hier, in Bestätigung des oben Gesagten, auch das langsamste Steigen der Erwärmung verbunden, das überhaupt beobachtet worden. Bei der längsten Schliefsung der Nebenspirale (mit 571,9 Fufs Draht) zeigt sich die Erwärmung noch immer in dem bedeutenden Verhältnisse 100 zu 28 vermindert. Wie beiläufig bemerkt werden kann, fand sich eine fast gleiche Verminderung (im Verhältnifs 100 zu 27) als die Nebenspirale entfernt und der Hauptspirale ein Blatt unächten Silberpapiers gegenübergestellt war. — Die letzte Reihe der Erwärmungen bei geöffneter Nebenspirale erreicht nicht ganz die Werthe der ersten bei vollkommen geschlossener Spirale, und die früher gefundene Erwärmung 0,57 wurde erst wieder erreicht, als die Nebenspirale entfernt war. Wahrscheinlich isolirte die Siegellackschicht, welche zwischen den Windungen der Nebenspirale in einer Breite von 1,9 Linie lag, nicht absolut, und die Spirale konnte, auch wenn ihre Enden keine metallische Verbindung hatten, nicht als ganz offen angesehen werden. Bei Anwendung des Luftthermometers in den früheren Versuchen hatte ich diefs nicht bemerkt, welches wohl gröfstentheils der gerin-

ingen Empfindlichkeit dieses Instruments zuzuschreiben ist.

Es sind noch einige Versuche übrig, deren Beschreibung ich bis hierher verspart habe, um nicht die Darstellung zu unterbrechen. Ob die Art der Entladung der Batterie Einfluſs auf die Wirkung des Nebendrahtes habe, wurde durch folgenden Versuch ausgemacht. Der bisher angewandte Apparat entlud die Batterie auf die Weise, daſs ein ungleicharmiger Wagebalken, frei gelassen sich um seine Zapfen drehend, mit seinen Enden zwei feststehende Kugeln gleichzeitig und innig berührte. Dieser Apparat wurde nun fortgenommen und durch zwei kleine Kugeln ersetzt, die eine Linie von einander entfernt standen, zwischen welchen der Entladungsfunke übersprang. Der Schlieſsungsbogen war von der Einrichtung wie er zu den Versuchen der ersten Tabelle (Seite 180) gedient hatte. Als die Enden der kleinen Nebenspirale nicht verbunden waren, ergab das Luftthermometer bei der Selbstentladung der Batterie (die aus vier Flaschen bestand) die Erwärmung 12,0 und 12,5; als diese Enden durch 39,4 Fuſs Neusilberdraht verbunden waren, die Erwärmung 6,4 und 6,8. Die Erwärmung ist daher im Verhältniſs 100 zu 53 vermindert worden. Die obige Tabelle ergiebt für dieselbe Schlieſsung, bei Anwendung des gewöhnlichen Entladungsapparats, die Verminderung der Erwärmung 100 zu 52. Die Art der Entladung, wenn sie nur immer dieselbe bleibt, hat keinen Einfluſs auf das Verhältniſs der im Schlieſsungsdrahte erregten Erwärmungen.

Die Verminderung der Erwärmung im Hauptdrahte ist hier überall durch Schlieſsung der Nebenspirale mittelst Neusilberdraht bewirkt worden; man kann aber denselben Effect mit Platin-, Eisen- oder Messingdrähten

hervorbringen, welche in groſser Länge und Dünne überall käuflich vorräthig sind. Hier nun fragt es sich, ob der Neusilberdraht mit dem ganzen Werthe seiner Verzögerungskraft [1]) wirkt, so daſs sogleich die Dimensionen eines äquivalenten Drahtstücks aus beliebigem Metall angegeben werden können. Zuvörderst wurde der Verzögerungswerth des Neusilbers aus dem zu Anfange angegebenen Grunde auf's Neue bestimmt. Ich schaltete hierzu das kleine Luftthermometer mit einem Platindraht von 59'',25 Länge (dies. Annal. Bd. XXXXV S. 7) in den Schlieſsungsbogen ein und stellte drei Versuchsreihen an, in welchen Platindrähte von verschiedener Länge zum Schlieſsungsdrahte hinzugesetzt waren. Die aus diesen Reihen entwickelten Erwärmungen für die Einheit der Ladung ergaben die Constanten in der allgemeinen Gleichung für die elektrische Erwärmung und die darnach berechneten Beobachtungen folgendermaſsen:

$$\Theta = \frac{0{,}3632}{1 + 0{,}00669\,\lambda}.$$

Länge des eingeschalteten Platindrahts λ.	Erwärmung des Thermometers Θ.		Differenz.
	Beobachtet.	Berechnet.	
35''',75	0,29	0,293	—0,003
87 ,62	0,23	0,229	+0,001
143 ,5	0,184	0,185	—0,001.

Der Radius des eingeschalteten Platindrahts war 0''',04098, die Gleichung zur Bestimmung der Verzögerungskraft x des Metalles irgend eines Drahtes von der Länge λ dem Radius ϱ ist daher:

$$\Theta = \frac{0{,}3632}{1 + \frac{0{,}0000112\,\lambda x}{\varrho^2}}.$$

1) Ich erinnere daran, daſs Verzögerungskraft in Bezug auf die Erwärmung im Schlieſsungsdrahte der elektrischen Batterie dasselbe bezeichnet, was in Bezug auf die magnetische Wirkung des galvanischen Schlieſsungsdrahts Leitungswiderstand genannt wird.

Es wurde ein Stück des zu untersuchenden Neusilberdrahtes von der Länge 173‴,5 dem Radius 0‴,07788 zum Schliefsungsdrahte hinzugesetzt, und aus einer Beobachtungsreihe die Erwärmung $\Theta = 0{,}23$ bestimmt. Mit diesen Werthen erhält man (Platin gleich 1 gesetzt):

Verzögerungskraft des Neusilbers $x = 1{,}807$

oder mit der üblichen Bedeutung der Leitungsfähigkeit (Kupfer 100 gesetzt):

Leitungsfähigkeit des Neusilbers 8,59.

Bei dem früher gebrauchten Neusilber ist für die Verzögerungskraft der Werth 1,752, für die Leitungsfähigkeit 8,86 angegeben worden (Pogg. Ann. Bd. XXXXV S. 20), welche Werthe mit den hier gefundenen als identisch zu betrachten sind.

Nach diesen vorläufigen Versuchen wurde ein Schliefsungsbogen zusammengesetzt, in dem sich das früher gebrauchte gröfsere Luftthermometer und die grofse Spiralscheibe befand. Folgende Erwärmungen wurden beobachtet bei verschiedener Schliefsung der Nebenspirale mit Neusilberdraht:

	Länge des Neusilberdrahts.			
	0 .	9′,8	19′,7	39′,4
Erwärm. f. Einheit d. Ladung	0,22	0,12	0,088	0,068.

Ein Platindraht 4′ 5″ lang, Radius 0‴,0238, wurde um eine $4\frac{1}{2}$ Zoll lange Glasröhre gewickelt, und derselbe an der Stelle des Neusilberdrahts zur Schliefsung der Nebenspirale benutzt. Die Erwärmung für Einheit der Ladung fand sich 0,077. Der Verzögerungswerth des Platindrahts ist $\frac{\lambda x}{\varrho^2}$, wo λ die Länge, ϱ den Halbmesser und x die Verzögerungskraft des Metalles bedeutet; er ist also, nach oben angegebenen Werthen, gleich dem Verzögerungswerthe von 26,1 Fufs des untersuchten Neusilberdrahts. Als die Nebenspirale mit 26 Fufs dieses Neusilberdrahts geschlossen war, wurde die Er-

wärmung 0,079 gefunden. Man sieht also, daſs bei der Wirkung des Nebendrahtes auf die Entladung der Batterie Drähte verschiedenen Metalles, welche zur Schlieſsung des Nebendrahtes dienen, nach Maaſsgabe ihrer, in einer früheren Abhandlung untersuchten Verzögerungskraft wirken, welches sich freilich schon mit groſser Wahrscheinlichkeit hätte voraussagen lassen.

Kommt es darauf an, die Aenderung der elektrischen Entladung durch einen Nebendraht, ohne weitere Messung zu zeigen, so geschieht dieſs sehr leicht durch den Versuch, eine bestimmte (Eisen-) Drahtlänge durch die Entladung zu schmelzen. Man wird eine passende Nebenspirale immer so schlieſsen können, daſs auch das kleinste Stück des dünnsten Drahts den stärksten Entladungen widersteht. — Der Schlieſsungsbogen enthielt, auſser der groſsen Spiralscheibe, den Henley'schen Auslader, zwischen dessen Armen ein 7 Linien langer, $\frac{1}{24}$ Linie dicker Eisendraht ausgespannt war. Die Nebenspirale wurde durch 88,7 Fuſs Neusilberdraht geschlossen. Als eine starke Batterieladung (die Elektricitätsmenge 40 in vier Flaschen) wiederholt durch den Hauptdraht entladen wurde, zeigte sich nicht die mindeste Veränderung an dem Eisendrahte, derselbe behielt Glanz und Farbe, auch wenn er bis auf 2 Linien verkürzt war. Blieb hingegen die Nebenspirale offen oder war sie durch einen dicken, 6" langen Kupferdraht geschlossen, so zerstörte dieselbe Ladung den 7 Lin. langen Eisendraht unfehlbar. Auffallend hierbei blieb, daſs, wie ich zu mehren Malen sah, in den beiden genannten Fällen eine etwas verschiedene Verbrennung des Eisens erfolgte. Bei offener Nebenspirale nämlich kam durch die Entladung der Draht in's Glühen und schmolz von der Mitte aus ab, so daſs die Enden mit angeschmolzenen Kugeln übrig blieben; war hingegen die Nebenspirale durch Kupfer vollkommen geschlossen, so zerstob der ganze Eisendraht in sprühende Funken und verschwand spurlos.

II. *Ueber und gegen die Entwicklung der Elektricität durch chemischen Procefs, nebst einem Anhange von Versuchen über das elektromotorische Verhalten dieser Flüssigkeiten gegen Metalle; von C. H. Pfaff.*

(Schlufs von S. 125.)

Anhang.

Ich theile hier die Resultate einzeln mit, die ich als Mittel aus einer grofsen Menge von Versuchen über das Verhalten der Metalle zu den Flüssigkeiten, die für galvanische Versuche überhaupt, und für die Theorie besonders am meisten in Betracht kommen, angestellt habe. In Rücksicht auf das zur Ausmittlung dieser Resultate befolgte Verfahren verweise ich sowohl auf das oben bemerkte, als auf meine »*Revision der Lehre vom Galvano-Voltaismus.*« Bei der grofsen Sorgfalt, welche ich auf diese Versuche verwandt, bei der vielfachen Wiederholung derselben, um jede Quelle zufällig herbeigeführter Anomalien zu vermeiden, dürfen die Physiker denselben vertrauen, und sie dürfen bei einer wissenschaftlichen Construction eines galvanischen Processes wohl nie aus dem Auge verloren werden. Die Metalle folgen jedesmal so auf einander, dafs der Anfang mit demjenigen, welches die stärkste Spannung zeigt, gemacht ist, und so nach der abnehmenden Stärke der Spannung auf einander folgen, das angehängte Zeichen + oder — zeigt den Charakter der elektrischen Spannung des Metalls an, von welcher dann begreiflich der Gegensatz der Flüssigkeit zukommt. Wenn also in der Kalireihe das Zeichen — (Minus) bei allen Metallen sich befindet, so zeigt diefs zugleich an, dafs die Aetzkalilösung mit allen Metallen eine positive Spannung annimmt. Zur

Vergleichung der Gröfse der Spannung, welche die Metalle mit den Flüssigkeiten hervorrufen (wovon dann begreiflich auch unter den gehörigen Bedingungen die Stärke des elektrischen Stromes, welche durch den Multiplicator gemessen wird, mit abhängt) mit der Spannung, welche die verschiedenen Metalle durch ihre Berührung mit einander hervorrufen, habe ich bei einzelnen Metallen das Paar heterogener Metalle mit namhaft gemacht, welche eine gleich grofse Spannung wie jenes Metall mit der Flüssigkeit zeigt. Wenn auch gleich, im Allgemeinen die Spannung, welche die Metalle mit den flüssigen Leitern hervorrufen, viel geringer ist als diejenige, welche Metalle, die in der Spannungsreihe weit aus einander stehen, bei ihrer wechselseitigen Berührung hervorrufen, so kommen doch auch Combinationen von Flüssigkeiten und Metallen vor, die sogar die mit einander wirksamsten Metalle übertreffen.

I. Alkalien.

A. Aetzkalilösung. Spec. Gewicht 1,330.

Zinn — (stärker als Kupfer mit Zink), Zink —, Antimon —, Blei —, Kupfer —, Gold —, Platin —, Wismuth —, Stahl —, Silber —.

Gold, Platin, Kupfer, Zinn, Zink, auch nachdem sie einige Tage in Berührung mit der Aetzkalilauge gewesen waren, zeigten fortdauernd negative Spannung.

B. Aetznatronlauge.

Die Versuche gaben im Wesentlichen dasselbe Resultat wie die Aetzkalilauge.

C. Aetzammoniakflüssigkeit. Spec. Gewicht 0,950.

Zink —, Zinn —, Blei —, Silber —, Eisen —, Kupfer —.

Die stärkste Combination von Zinn und Ammoniak wirkte nur halb so stark als die wirksamste Combination von *Aetzkali* und *Zinn*.

In einer früheren Reihe von Versuchen (Revision,

S. 55) hatte ich das *Kupfer* am wirksamsten gefunden, diefsmal fand ich das Kupfer schwächer als die andern Metalle. In jener ersten Versuchsreihe hatte ich indessen eine stärkere Ammoniakflüssigkeit angewandt. In einem einzelnen Versuche verhielt sich als Ausnahme das Kupfer positiv. Bei einer Berührung der Metalle einige Stunden hindurch hatte die Spannung ihren Charakter nicht verändert, war nur etwas schwächer geworden.

Baryt-, *Strontian-* und *Kalilösung* zeigten nur höchst schwache Spannungen, doch schienen alle *Metalle* dadurch negativ, die Lösungen also positiv erregt zu werden.

II. Säuren

In meinen früheren Versuchen hatte ich unterlassen, das Verhalten der Metalle gegen die *concentrirten Säuren* zu prüfen. Diese Lücke habe ich nun ausgefüllt. Die erhaltenen Resultate sind merkwürdig, weil in Beziehung auf sie das Verhalten der Metalle nicht ein gleichartiges wie gegen die Alkalien ist, sondern die Metalle in zwei Gruppen in positive und negative sich theilen.

D. Concentrirte englische Schwefelsäure. Spec. Gewicht 1,848.

Blei + auch nach mehreren Tagen, ohne dafs die Spannung abgenommen hatte. Silber +, Gold +, Platin +, Kupfer +, Weiches Eisen +, Antimon —, Zinn —, Zink —.

Das Zink zeigte sich im ersten Augenblicke des Eintauchens positiv, es fand ein starker Angriff der Säure auf dasselbe statt, als aber die chemische Wirkung aufgehört und die Flüssigkeit sich in schwefelsaures Zink verwandelt hatte, zeigte das Zink bei wiederholter Prüfung constant starke *negative* Spannung.

E. Concentrirte Salpetersäure. Spec. Gewicht 1,498.

Mit den sogenannten elektronegativen Metallen: Gold, Platin, Palladium, zeigte die Salpetersäure eine aufserordentlich starke Erregung, die damit positiv werden, doch

wurden sie noch sehr auffallend vom *Stahle* übertroffen, an welchem Verhalten der *Kohlengehalt* desselben wesentlich Antheil haben mochte. Die Combination, *Stahl* und *Salpetersäure*, war sogar wirksamer als die Combination Zink und Silber —; wie schon oben bemerkt, zeigte sich die positive Spannung des *Stahls* mehrere Wochen hindurch unverändert, ohne dafs der Stahl an demjenigen Ende, welches in die Salpetersäure eintauchte, sich im Geringsten angegriffen zeigte, während allerdings der über der Oberfläche der Säure befindliche Theil, der den Dämpfen derselben ausgesetzt war, etwas oxydirt wurde. In wiederholten Versuchen zeigten die meisten Metalle in Berührung mit der concentrirten Salpetersäure eine ziemlich starke *positive* Spannung; nur das *Zink* schien eine Ausnahme zu machen, das, ungeachtet es sehr heftig angegriffen wurde, nur sehr schwache Zeichen von negativer Elektricität gab. Auch weiches Eisen und Antimon wurden negativ.

Nach der Stärke der elektrischen Erregung befolgten die Metalle nachstehende Ordnung:

Stahl +, (stärker als Zink mit Kupfer), Platin +, Gold +, Blei +, Zinn +, Kupfer +. Weiches Eisen —, Antimon —, Zink —.

F. Salzsäure. Specifisches Gewicht 1,140.

Die Erregung war im Allgemeinen sehr schwach, auch während des stärksten chemischen Angriffes, welchen dieselbe auf das Zink ausübte.

Die Ordnung der Metalle der Stärke nach, so wie ihre Elektricitäten waren folgende:

Stahl +, Platin +, Gold +, Silber +, Zink —, Zinn —, Blei —, Antimon +, Kupfer —.

Das Zink zeigte sich nicht blofs, jedoch nur schwach, negativ während des heftigen chemischen Angriffes, sondern auch nachdem der Angriff längst aufgehört, und die Stange 24 Stunden mit der Auflösung in Berührung gestanden, erhielt sich die negative Spannung, und als nun

eine Stange *Silber* in diese Auflösung eingetaucht wurde, zeigte auch diese eine, jedoch schwache, negative Spannung.

III. Metallsalze.

1) Metallchloride.

Da bei den Verbindungen der Metalle mit Chlor letzteres einen vorzüglichen Antheil an der elektrischen Erregung haben könnte, so werden sie hier zusammengestellt.

G. Goldchlorid in mäfsig concentrirtem Zustande.

Alle Metalle wurden dadurch positiv erregt, und zwar in der Regel diejenigen am stärksten, welche dem positiven Ende der Spannungsreihe näher standen, und zwar übertraf ihre Erregung noch bedeutend an Stärke diejenige zwischen *Kupfer* und *Zink*.

Die Ordnung der Metalle war folgende:

Zinn + so stark wie zwei galvanische Elemente aus Kupfer und Zink, unverändert auch bei mehrtägiger Berührung. *Blei* + nicht viel schwächer als Zinn. *Gold* + noch sehr stark. *Stahl* +, *Platin* +, *Kupfer* +, *Antimon* +, *Zink* +, Silber +, Wismuth +, jedoch sehr schwach.

H. Platinchlorid in mäfsig concentrirtem Zustande.

Auch mit dem Platinchlorid wurden die meisten Metalle positiv, doch bei weitem nicht in dem Grade, wie mit der Goldauflösung.

Die Ordnung der Metalle war folgende:

Zinn +, *Blei* +, Antimon +, Kupfer +, *Stahl* —, *Weiches Eisen* —, Gold +, Zink +, *Platin* +, *Silber* +, Wismuth +.

Zinn zeigte nach mehrtägiger Berührung unverändert starke positive Elektricität.

I. Quecksilberchlorid.

Alle Metalle wurden mit diesem Chlorid *positiv*, doch war die Erregung im Ganzen schwach.

Die Metalle zeigten folgende Ordnung:

Blei + ziemlich stark, fast die halbe Spannung von Kupfer und Zink. Zinn +, *Gold* +, *Kupfer* +, Silber +, Messing +, Stahl und Zink wurden nicht merklich erregt.

K. Zinnchlorür in concentrirtem Zustande.

Das Verhalten war hier im Ganzen mit dem in den vorherigen Chloriden Beobachteten übereinstimmend, daſs nicht das Chlor, sondern das mit dem Chlor verbundene Metall die Art und Stärke der elektrischen Erregung bestimmte; denn alle Metalle, welche durch unmittelbare Berührung mit dem *Zinn* eine *negative* Spannung zeigen, zeigten dieselbe auch in der Berührung mit der Auflösung des Zinnchlorürs, und die Stärke der Spannung entsprach derjenigen in Folge der unmittelbaren Berührung. Auch veränderte sich die elektrische Erregung nicht, wenn auch die Metallstäbe mehrere Tage in Berührung mit der Auflösung gelassen wurden.

Die Ordnung der Metalle war folgende:

Platin — (sehr stark, stärker wie Zink mit Kupfer), *Gold* — (sehr stark), *Silber* —, *Antimon* —, *Kupfer* —, *Wismuth* —, Stahl —, Weiches Eisen —, Blei —, Zinn — (höchst schwach).

Nur *Zink* verhielt sich *positiv*, und zwar sogar stärker als Platin negativ, gerade so wie auch Zink mit Zinn stärker positiv wird, als Platin mit Zinn negativ. Diese positive Erregung veränderte sich auch nicht, wenn Zink einige Tage mit der Auflösung in Berührung gelassen wurde. Als Platin, Gold, Silber, Antimon in eine Zinnchlorür-Auflösung getaucht wurden, mit welcher Zink 24 Stunden in Berührung gestanden hatte, so schien ihre negative Erregung noch stärker zu seyn.

In einer mit 10 Theilen Wasser verdünnten Auflösung zeigten Platin, Gold, Silber, Antimon eine nur sehr schwache negative Erregung; Stahl zeigte nichts, und Kupfer, Wismuth und Blei wurden schwach positiv erregt.

L. Zinnchlorid-Auflösung.

Alle Metalle verhielten sich gegen das Zinnchlorid wie gegen das Zinnchlorür, und befolgten auch im Allgemeinen dieselbe Ordnung, nur war die Spannung viel schwächer als mit der Zinnchlorür-Auflösung, und der Stahl schien an der Spitze zu stehen:

Stahl —, *Platin* —, *Gold* —, *Silber* —, *Antimon* —, *Kupfer* —, Wismuth —, *Blei* —, Zinn (ohne Wirkung).

Auch mit der Zinkchlorid-Auflösung zeigte sich *Zink* positiv, und zwar eben so stark als *Stahl* negativ.

M. Antimonchlorid.

Die Spannungen waren im Ganzen schwach, nur *Zink* wurde stark *positiv* erregt. Das Verhalten der Metalle befolgte im Ganzen das allgemeine Gesetz, dafs es nämlich mit demjenigen bei unmittelbarer metallischer Berührung mit den Antimon übereinstimmte.

Ordnung, der Stärke nach, und Art der Spannung waren folgende:

Zink +, Blei +, *Wismuth* +, *Stahl* —, *Kupfer* —, *Gold* —, *Platin* —, *Silber* —, Zinn schien ohne Wirkung zu seyn.

N. Bleichlorid.

Bei der geringen Auflöslichkeit des *Bleichlorids* war keine starke Wirkung von seiner Auflösung zu erwarten, wie auch die Versuche bewiesen. — Uebrigens bestätigte sich auch hier wieder, sowohl was die Art als die Stärke der Erregung betraf, das oft erwähnte Gesetz, wie die nachfolgende Ordnung der Metalle und das Zeichen der erregten Elektricität beweist.

Zink +, Platin —, Gold —, Antimon —, Silber —, Kupfer —, Stahl —, Wismuth —, Zinn —, Blei —.

O. Zinkchlorid.

In Ansehung der Art der Erregung bestätigte sich auch hier das allgemeine Gesetz, denn alle Metalle wurden mit dieser Auflösung *negativ*, aber nicht durchaus in Ansehung der Stärke, da namentlich *Zink*, das nur

schwach (indem es nicht chemisch reines Zink war) oder gar nicht hätte erregt werden sollen, beinahe am stärksten erregt wurde, auch der Stahl, der noch mehr negative Metalle, wie Gold, Platin, an Stärke übertraf.

Zink —, Stahl —, Gold —, Platin —, Antimon —, Kupfer —, Wismuth —, Zinn —, Blei —.

P. Eisenchlorid-Auflösung.

Diese Auflösung zeigte darin eine höchst merkwürdige Ausnahme von dem allgemeinen Gesetze, dafs diejenigen Metalle, die mit dem Eisen stark negativ in der unmittelbaren metallischen Berührung werden, in der Berührung mit der Eisenchlorid-Auflösung sich vielmehr sehr stark positiv verhielten, und selbst stärkere Spannungen zeigten als die stärksten galvanischen Combinationen. Namentlich zeigten *Gold* und *Platin* eine solche starke positive Spannung, doch verhielten sich auch alle übrigen Metalle mit der Eisenchlorid-Auflösung positiv, und zwar stand *Blei* in Rücksicht auf die Stärke der Erregung an der Spitze von allen.

Die Metalle zeigten folgende Ordnung:

Blei +, *Gold* +, *Platin* +, *Zinn* +, *Antimon* +, *Zink* +, *Stahl* +, *Silber* +, Wismuth +, *Kupfer* +.

Auch nach einer länger dauernden Berührung hatte sich die Spannung von *Blei*, *Gold*, *Platin* nicht verändert.

2) Eigentliche Metallsalze.

Verbindungen der Metalloxyde mit Sauerstoffsäuren.

Q. Salpetersaure Silberauflösung. Ein Theil krystallisirtes salpetersaures Silber in 4 Theilen Wasser aufgelöst.

Auch hier zeigte sich das gleiche Gesetz, dafs die Metalle mit der Auflösung des Silbers dieselbe elektrische Spannung zeigten, wie mit dem Silber in unmittelbarer Berührung, und dafs, mit einigen Ausnahmen, die Stärke der Spannung dem Spannungsgesetze des Silbers

mit den Metallen gemäfs war. So verhielten sich also Palladium, das in diesem Falle ausnahmsweise mit geprüft wurde, Platin, Gold negativ, Silber, das aber nicht ganz frei von Kupfer war, verhielt sich bereits positiv, auch alle übrigen Metalle waren positiv. Sie folgten sich in der Stärke in folgender Reihe:

Zink +, Zinn +, Blei +, Gold —, Platin —, Stahl +, Wismuth +, Kupfer +, Antimon +, Silber +.

Die Combination mit Eisen zeigte bei fortdauernder Berührung eine verstärkte, die mit Blei etwas abnehmende Spanung.

R. Salpetersaures Quecksilberoxydul.

Im Ganzen bestätigte sich auch hier das allgemeine Gesetz, nur dafs man annehmen mufste, dafs das Quecksilber in der Spannungsreihe noch näher dem negativen Ende liege, als alle übrigen Metalle, wie diefs auch von Ritter behauptet ward. Es verhielten sich nämlich alle Metalle positiv gegen das salpetersaure Quecksilberoxydul, aber mit der merkwürdigen Ausnahme, dafs das *Zink* sich dagegen *negativ* verhielt. Auch war die Intensität der Spannung nicht ganz der Spannungsreihe gemäfs, indem die mehr positiven, dem Zink näher stehenden Metalle vielmehr eine schwächere Spannung zeigten, als die mehr negativen Metalle. Die Ordnung derselben war ungefähr folgende:

Silber +, Gold +, Platin +, Antimon +, Wismuth +, Kupfer +, Zink —, Zinn +, Blei +, Eisen + kaum eine Spur.

S. Salpetersaures Blei.

Diese Auflösung zeigte die merkwürdige Anomalie, dafs die mit dem Blei in unmittelbarer Berührung befindlichen negativ werdenden Metalle, die, jenem allgemeinen Gesetz zufolge, gleichfalls negativ hätten werden sollen, sich vielmehr positiv zeigten — doch war die Erregung überhaupt schwach. Die Ordnung der Metalle war folgende:

Zink — sehr stark, nach vier Stunden Berührung hatte sich die Strömung in die positive verwandelt; Wismuth —, Eisen +, Blei —, Zinn +, nach einiger Zeit —, Silber +, Antimon +, Gold +, Platin +, Kupfer +.

T. Schwefelsaures Kupferoxyd.

Die Spannung der Metalle veränderte sich in dieser Auflösung bei mehrmaliger Wiederholung der Versuche und nach längerer Berührung damit auffallender, als in den bisher abgehandelten Metallsalz-Auflösungen. Die positiven Metalle, Zink, Zinn, Blei, Eisen, Wismuth zeigten im Ganzen eine zum Theil sehr starke positive Spannung, die negativen Metalle, Kupfer, Antimon, Silber, Gold, Platin, eine mehr negative Spannung. Ich will hier für die einzelnen Metalle die Resultate verschiedener Versuche anführen, da das Verhalten dieses Salzes, so wie des Zinkvitriols, welche bei galvanischen Versuchen fast constant mit wirken, von besonderem Interesse ist.

Zink im ersten Augenblicke stark positiv, als dasselbe mehrere Stunden damit in Berührung gewesen, zeigte es sich ziemlich stark negativ erregt, auch nachdem es acht Tage in der Auflösung gestanden. In einer zweiten Versuchsreihe zeigte sich das Zink im Anfange gleichfalls sehr *stark* positiv, doch nahm die Spannung ab, wenn sich das Kupfer metallisch auf demselben absetzte. Eine neue Zinkstange in dieselbe Auflösung eingetaucht, zeigte die starke positive Spannung.

Zinn verhielt sich fast so stark positiv wie Zink, als sich aber viel Kupfer abgesetzt, ging die Spannung in die negative über. In wiederholten Versuchen zeigte sich eine mehr constanste, sehr starke *positive* Spannung.

Blei zeigte gleichfalls eine sehr starke positive Spannung, die auch bei Berührung mehrere Tage hindurch constant sich erhielt.

Eisen wurde so stark positiv, wie Zink, und behauptete seine Spannung.

Wismuth wurde gleichfalls stark positiv, doch weniger als die vorangegangenen Metalle; nach einiger Zeit nahm die Spannung ab, wurde negativ, kehrte aber wieder zum positiven Charakter, doch in geringem Grade zurück.

Kupfer zeigte im Ganzen schwache Spannung, bald positive, bald negative.

Antimon verhält sich in wiederholten Versuchen ziemlich stark positiv.

Silber war im ersten Augenblicke positiv, dann ziemlich stark negativ.

Gold und *Platin* stark negativ, ungefähr noch einmal so stark wie Silber.

U. Schwefelsaures Zink, eine gesättigte Auflösung.

Alle Metalle verhielten sich gegen diese Auflösung negativ, mit Ausnahme des Antimons, welches am stärksten, und zwar positiv erregt wurde.

Bei den im Ganzen schwachen und wenig von einander verschiedenen Spannungen war die Ordnung schwer mit Genauigkeit zu bestimmen, doch mochte sie ungefähr folgende seyn:

Zink, Zinn, Blei, Eisen, Wismuth, Kupfer, Silber, Gold, Platin —, Antimon allein +.

V. Schwefelsaures Eisenoxydul.

Alle Metalle, mit Ausnahme des *Zinns* und *Bleis*, wurden negativ erregt. Merkwürdig war, dafs die negativen Metalle viel schwächer negativ erregt wurden als die positiven Metalle, besonders stark war die negative Erregung des *Eisens* und *Zinks*. Die Ordnung war folgende:

Zink — auch nachdem dasselbe mehrere Stunden mit der Auflösung in Berührung gewesen, so stark wie Zink und Kupfer in unmittelbarer Berührung; Eisen —, Wismuth —, Zinn +, Blei +, Antimon —, Silber —, Kupfer —, Gold —, Platin — (?).

IV. Salze mit alkalischen und erdigen Basen.

Die Wirkung derselben war im Allgemeinen sehr schwach, und ich habe mich daher nur auf zwei derselben beschränkt, die in galvanischen Versuchen häufig gebraucht werden, und für die Theorie von besonderem Interesse geworden sind, nämlich das *Jodkalium* und der *Salmiak*.

W. Jodkalium.

Alle Metalle wurden von dem Jodkalium negativ erregt, aber viel schwächer als sie durch die Metallsalze erregt wurden, nur Wismuth und Zinn wurden positiv erregt. — Im Allgemeinen wurden die negativen Metalle schwächer erregt als die positiven. Die Ordnung war folgende:

Antimon —, Silber —, Zink —, Blei —, Zinn +, Wismuth +, Eisen —, Kupfer —, Gold —, Platin —.

X. Salmiak.

Die meisten Metalle wurden davon positiv erregt, nur Gold, Platin, und, merwürdig genug, auch *Zink* zeigten eine negative Erregung. Die Ordnung der Metalle war folgende:

Zinn +, Blei +, Platin —, Wismuth +, Antimon +, Silber +, Kupfer +, Eisen +, Zink —, Silber +, Gold —, Platin —.

In Ansehung der Ordnung der Stärke, in welcher die verschiedenen Metalle aufgeführt sind, kann ich für eine vollkommene Genauigkeit in denjenigen Fällen, in welchen die Erregung überall nur eine schwache war, nicht vollkommen einstehen. Der Maafsstab war nämlich das Verhältnifs der Divergenzen der Goldblättchen nach einer *gleichen Anzahl* von Uebertragungen der Elektricität von dem einen Condensator auf den zweiten. Nun hängt aber die Stärke der Condensation wesentlich von der Art des Aufsetzens der oberen Condensatorplatte auf die untere ab, die begreiflich nicht immer auf eine

eine vollkommen gleichförmige Weise geschehen konnte Es könnte sich also wohl ereignen, dafs ein Metall, das eine um etwas weniges schwächere Spannung mit irgend einer Flüssigkeit zeigte, als ein anderes, doch in einer Reihe von Versuchen, in welcher etwa zufällig die obere Platte in einer günstigeren Weise auf die untere Platte aufgesetzt wurde, um stärker zu condensiren, nun nach einer gleichen Anzahl von Uebertragungen doch eine gröfsere Divergenz der Goldblättchen bewirkte. — Doch waren diese Fehler innerhalb sehr kleiner Gränzen eingeschlossen, da ich mich überzeugt hatte, dafs meine Condensatoren, in welcher Lage auch die obere Platte auf der unteren ruhte, doch in der Hauptsache immer gleich gut condensirten.

Ich habe nochmals die Reihe der Metalle in Rücksicht auf die Art und Stärke der elektrischen Spannung, die sie mit einander geben, durchexperimentirt, und dabei auch Uran-, Tellur- und Wolfram-Metall, deren Stelle bis jetzt immer noch unsicher war, und welche ich mir zu diesem Behuf in chemisch-reinem Zustande dargestellt hatte, geprüft. Die Prüfung geschah dadurch, dafs in zwei verschiedenen Reihen von Versuchen das ein Mal eine Zink-Collectorplatte, in einer zweiten Reihe eine Kupfer-Collectorplatte mit dem zu prüfenden Metalle, das selbst durch den Finger in leitende Verbindung mit dem Erdboden gebracht ward, berührt wurde. Im ersten Falle zeigten sich alle Metalle negativ, d. h. die Collectorplatte von Zink wurde positiv erregt, dagegen zerfielen, in Berührung auf die Collectorplatte von Kupfer, die Metallplatten in zwei Gruppen, eine positive und eine negative. Die eine Reihe von Versuchen diente der andern zur Controle, in sofern das in der zweiten Reihe sich negativ verhaltende (d. h. das Kupfer positiv erregende) Metall in der ersten Reihe das Zink zu einer höheren positiven Spannung erregen mufste,

als das in der zweiten Reihe sich als ein positives verhaltendes, d. h. das Kupfer negativ erregendes.

+ Zink, Cadmium, Zinn, Blei, *Wolfram*, Eisen Wismuth, Antimon, Kupfer, Silber, Gold, *Uran*, Silber, Gold, *Tellur*, Platin, Palladium —.

Nachschrift.

Erst nachdem der Aufsatz, zu welchem der voranstehende Anhang gehört, schon vor mehreren Wochen in der Versammlung des scandinavischen Vereins der Naturforscher und Aerzte vorgelesen worden war, kamen mir die Schrift des Hrn. Henrici: »Ueber die Elektricität der galvanischen Kette, Göttingen 1840«; Hrn. Prof. Buff's Aufsätze: »Ueber den Einfluſs des Contacts und der Oxydation auf die Entwicklung und Fortdauer des elektrischen Stromes« in dem 2. Hefte des XXXIV. Bandes der Annalen der Pharmacie (Mai 1840), und »Ueber die veränderliche Stärke galvanisch-elektrischer Erregungen,« im 3. Hefte eben dieses Bandes, Juni 1840; und endlich Hrn. Böttger's Aufsatz: »Vermischte physikalische Erfahrungen,« im 5. Hefte des Jahrgangs 1840 dieser Annalen der Physik und Chemie, zur Hand. Es liegt hier ganz auſser meinem Plane, mich hier in eine nähere Würdigung jener beiden ersteren literarischen Arbeiten einzulassen. Aber bemerken muſs ich doch, was Hrn. Henrici's Schrift betrifft, daſs das Hauptthema, was dieselbe abhandelt, nämlich die Ableitung der galvanischen Erscheinungen als hervorgehend aus der Zusammenwirkung der Elektricitätserregung durch Berührung der trocknen (metallischen) Leiter unter sich, dann mit den flüssigen (feuchten) Leitern, und dieser unter sich in meiner *Revision der Lehre vom Galvano-Voltaismus* ganz nach denselben Principien abgehandelt ist. Auch glaube ich die wechselseitige Modification, welche heterogene Metalle, die in einer Flüssigkeit einander gegenüberste-

hen, in ihrer elektrischen Erregung viel einfacher und umfassender aus den allgemeinen Spannungsgesetzen in dem 3. Abschnitte jener *Revision*, wo sich bereits die wichtigsten darauf bezüglichen Thatsachen finden, erklärt zu haben, als Hr. Henrici durch seine graphischen Darstellungen gethan hat, gegen die mit Recht einzuwenden ist, dafs jene die beiden entgegengesetzt erregten Metalle verbindende Linie, welche die Flüssigkeit vorstellt, die Idee eines Null elektrischen Zustandes der Flüssigkeit erzeugen mufs, die doch jedesmal in einem solchen Falle selbst entweder negativ oder positiv elektrisch ist. Ueberhaupt sind in Hrn. H's, Schrift noch viele Thatsachen und Erklärungen mitgetheilt, die schon längst bekannt sind, wohin unter andern die Erklärung der sogenannten Ladungsphänomene gehört, von denen in der Hauptsache Volta schon die gleiche Erklärung gegeben hat, und in Betreff welcher im *physikalischen Wörterbuche* unter dem Artikel *Ladungssäule* sich alles Wesentliche zusammengestellt findet. Uebrigens ist es mir in Henrici's Schrift nicht besser ergangen, wie manchem andern Physiker, namentlich dem ausgezeichneten Fechner, dessen vortreffliche Reihe von Versuchen über die Erregung der Elektricität durch blofse Berührung zweier Flüssigkeiten unter einander, die doch bereits im Jahr 1839 erschienen ist, und welche H's Arbeit an Umfang weit übertrifft, ganz ignorirt wird. Uebrigens würde Hr. H. viel häufiger positive Resultate über Elektricitätserregung erhalten haben, wenn er meine Methode der Uebertragung von einem Condensator auf den andern befolgt hätte.

Um die Beweiskraft der Argumente, durch welche Hr. Prof. Buff die Contacttheorie mit der chemischen in Allianz zu bringen sucht, ein Versuch der bekanntlich schon viel älter ist, und namentlich schon von Davy herrührt, zu entkräften, müfste ich mich in sehr ausführliche Erörterungen einlassen, für welche zu einer an-

dern Zeit Platz und Gelegenheit sich finden wird, doch erlaube ich mir die allgemeine Bemerkung, dafs Hr. Prof. Buff auf die Elektricitätserregung zwischen flüssigen und festen Leitern durch *blofse Berührung* und ohne alle Mitwirkung eines chemischen Processes, worüber gerade dieser Aufsatz eine Menge schlagender Thatsachen liefert, viel zu wenig Rücksicht genommen hat.

Was endlich die interessanten Versuche Böttger's über die Elektricitätserregung durch Detonation und Decrepitation gewisser Salze betrifft, so habe ich sie vollkommen bestätigt gefunden. Ich erhielt, gerade so wie dieser geübte und scharfsinnige Experimentator, durch Verpuffen von oxalsaurem Silber und citronensaurem Silberoxyd sehr auffallende Zeichen von negativer Elektricität, und durch jene höchst merkwürdige Decrepitation des schwefelsauren Kupferkalis, nach seinem Erkalten aus feurigem Flusse, die bestimmtesten Zeichen von positiver Elektricität; allein ich bin ganz mit Hrn. Böttger einverstanden, dafs jene Elektricitätserregung in keiner Beziehung mit der chemischen Zersetzung als solche steht, und ich möchte die negative Elektricität in den beiden ersten Fällen sogar nur als einen besonderen Fall von gewöhnlicher Berührungselektricität betrachten, da jedesmal Silber metallisch hergestellt wird, welches die Platinschale, die mit der Collectorplatte in leitender Verbindung steht, *negativ* erregt.

III. *Untersuchung über die specifische Wärme einfacher und zusammengesetzter Körper; von Victor Regnault.*

(Schlufs von Seite 73.)

Specifische Wärme einfacher Körper.

Kupfer.

Diefs Metall hatte die Form von 3 Millim. dicken Stäbchen; es zeigte bei chemischer Analyse nur Spuren von Beimengungen; vor dem Versuche wurde es ausgeglüht.

M (*B*)	314g,77	314g,77	314g,77	191g,51
T	98°,26	98°,11	98°,11	98°,42
A	462g,28	462g,23	462g,28	462g,28
ϑ	17°,42	18°,20	17°,49	15°,96
ϑ'	14°,47	15°,29	15°,29	15°,74
$\Delta\vartheta$	5°,276	5°,227	5°,260	3°,371
t	2' 45"	2' 24"	2' 18"	1' 55"
Spec. Wärme	0,09537	0,09546	0,09497	0,09480
Mittel				0,09515.

Eisen.

In Draht von 3 Millim. Dicke; äufserst weich; bei Auflösung in Salzsäure keinen merklichen Rückstand hinterlassend. Drei Versuche gaben:

M (*B*)	316g,66	316g,66	247g,15
T	97°,48	98°,11	98°,11
A	462g,10	462g,28	462g,24
ϑ	20°,23	18°,82	17°,77
ϑ'	16°,65	16°,55	16°,45
$\Delta\vartheta$	6°,067	6°,217	4°,985
t	2' 7"	2' 29"	2' 3"
Spec. Wärme	0,11362	0,11322	0,11373.

Derselbe Eisendraht wurde bis zur Weifsgluth erhitzt, darauf in Wasser getaucht, und zuletzt durch schwache Salzsäure gereinigt. Er gab ganz ähnliche Zahlen.

M (E)	293g,69	293g,69
T	98°,48	98°,52
A	462g,39	462g,41
ϑ	15°,39	14°,71
ϑ'	11°,20	13°,04
$\Delta\vartheta$	6°,001	6°,150
t	2′	1′ 45″
Spec. Wärme	0,11284	0,11398
Mittel aus den 5 Versuchen		0,113795.

Zink.

Das angewandte Zink war durch Destillation gereinigt und die Oberfläche der Körner durch Eintauchen in Salzsäure wohl gesäubert.

M (E)	247g,61	284g,69	293g,65
T	99°,05	99°,27	99°,11
A	462g,41	462g,41	462g,39
ϑ	13°,30	13°,59	14°,59
ϑ'	12°,37	10°,42	13°,72
$\Delta\vartheta$	4°,511	5°,094	5°,227
t	2′	2′ 15″	1′ 35″
Spec. Wärme	0,09589	0,09528	0,09548
Mittel			0,09555.

Ich habe auch einige Versuche mit dem im Handel vorkommenden gewalzten Zink angestellt. Diefs war unrein; allein ich mufste zu besonderen Zwecken seine specifische Wärme kennen. Drei Beobachtungen gaben:

Spec. Wärme 0,09985 0,10049 0,10003.

Silber.

Fein-Silber aus der Münze, gekörnt.

M (B)	345g,66	345g,66	496g,72	496g,72	496g,72
T	98°,74	98°,74	98°,74	98°,57	98°,46
A	462g,36	462g,36	462g,41	462g,41	462g,45
ϑ	13°,59	12°,31	13°,97	13°,33	11°,79
ϑ'	10°,94	11°,99	12°,23	9°,44	8°,54
$\Delta\vartheta$	3°,753	3°,812	5°,268	5°,260	5°,401
t	2' 2"	2' 10"	2' 50"	2' 30"	2'
Spec. Wärme	0,05739	0,05691	0,05685	0,05679	0,05712
Mittel					0,05701.

Arsenik.

Gereinigt durch Sublimation, dann durch eine Chlorlösung abgewaschen. Ich machte zwei Reihen von Versuchen. Bei der ersten war das Arsenik ein Mal, bei der zweiten zwei Mal sublimirt.

Ein Mal sublimirtes Arsenik.

M (B)	216g,18	216g,18	216g,18	216g,18
T	97°,48	98°,11	98°,42	98°,11
A	440g,36	440g,42	440g,36	440g,39
ϑ	13°,84	12°,64	14°,50	14°,39
ϑ'	10°,94	9°,74	12°,14	11°,99
$\Delta\vartheta$	3°,446	3°,545	3°,446	3°,429
t	2' 30"	2' 12"	2' 40"	2' 10"
Spec. Wärme	0,08163	0,08204	0,08114	0,08082

Zwei Mal sublimirtes Arsenik.

M (E)	228g,02	228g,02
T	99°,13	98°,58
A	462g,39	462g,39
ϑ	12°,46	12°,08
ϑ'	10°,79	9°,97
$\Delta\vartheta$	3°,587	3°,570
t	1' 45"	1' 30"
Spec. Wärme	0,08136	0,08117
Mittel aus den 6 Versuchen		0,08140.

Kadmium.

Das angewandte Kadmium war sehr schmiedbar. Es enthielt nur 1 Proc. fremder Stoffe.

M (B)	439g,19	439g,19	439g,19
T	98°,11	98°,11	97°,79
A	440g,36	440g,27	440g,32
ϑ	15°,81	15°,94	16°,44
ϑ'	12°,59	11°,24	12°,59
$\Delta\vartheta$	4°,727	4°,719	4°,636
t	3′ 35″	3′ 37″	2′ 38″
Spec. Wärme	0,05695	0,05673	0,05639
Mittel			0,05669.

Blei.

Erste Reihe. Probeblei.

M (B)	526g,33	526g,33	526g,33	526g,33	526g,33 (A
T	98°,11	97°,79	98°,11	98°,11	97°,79
A	440g,27	440g,27	440g,39	440g,39	440g,39
ϑ	16°,48	16°,13	13°,65	13°,54	13°,72
ϑ'	13°,49	12°,14	11°,09	10°,94	11°,99
$\Delta\vartheta$	3°,154	3°,163	3°,262	3°,229	3°,329
t	3′ 30″	3′ 0″	3′	3′ 30″	3′ 34″
Spec. Wärme	0,03134	0,03177	0,03137	0,03109	0,03145

Zweite Reihe. Sehr reines spanisches Blei.

M (E)	560g,52	560g,52	529g,11
T	98°,98	98°,94	98°,74
A	462g,39	462g,39	462g,32
ϑ	13°,03	13°,38	13°,12
ϑ'	12°,82	12°,48	13°,12
$\Delta\vartheta$	3°,387	3°,387	3°,188
t	2′	2′ 15″	3′
Spec. Wärme	0,03129	0,03150	0,03133
Mittel aus den 8 Versuchen			0,03140.

Wismuth.

Das Wismuth war durch mehrmaliges Schmelzen mit dem Zehntel seines Gewichts Salpeter gereinigt worden. Zu der ersten Versuchsreihe war das Wismuth zwei Mal mit Salpeter geschmolzen.

$M(B)$	521g,56	521g,56	521g,56
T	98°,11	97°,79	98°,11
A	440g,32	440g,36	440g,32
ϑ	15°,56	14°,46	15°,55
ϑ'	15°,14	12°,59	14°,54
$\Delta\vartheta$	3°,146	3°,154	3°,138
t	4'	3' 15"	3' 15"
Spec. Wärme	0,03082	0,03089	0,03082.

Dasselbe Wismuth ein drittes Mal mit Salpeter geschmolzen, gab ähnliche Resultate:

$M(E)$	555g,26	555g,26
T	99°,05	99°,43
A	462g,43	462g,43
ϑ	11°,06	11°,03
ϑ'	11°,47	11°,09
$\Delta\vartheta$	3°,396	3°,421
t	2' 25	2' 15"
Spec. Wärme	0,03084	0,03093
Mittel aus den 5 Versuchen		0,03084.

Antimon.

Käufliches Antimon, gereinigt durch mehrmaliges Schmelzen mit Salpeter. Zwei Mal mit Salpeter geschmolzen, gab es:

$M(A)$	362g,30	362g,30	362g,30	362g,30
T	97°,01	96°,85	96°,85	96°,85
A	440g,36	440g,32	440g,32	440g,27
ϑ	14°,72	16°,13	16°,06	15°,97

ϑ'	12°,74	13°,79	11°,84	12°,14
$\Delta\vartheta$	3°,637	3°,495	3°,495	3°,495
t	2' 30"	3' 35"	3' 17"	3' 30"
Spec. Wärme	0,05113	0,05037	0,05084	0,05076.

Zum dritten Mal mit Salpeter geschmolzen, gab es:

$M(E)$	248g,62
T	98°,98
A	462g,39
ϑ	11°,32
ϑ'	11°,61
$\Delta\vartheta$	2°,530
t	1' 30"
Spec. Wärme	0,05065
Mittel aus den 5 Versuchen	0,05077.

Zinn.

Zinn von Banca, vollkommen rein, zu Scheiben ausgegossen:

$M(E)$	460g,65	460g,65	460g,65	462,g74	462g,74
T	98°,42	98°,74	98°,57	98°,42	99°,05
A	462g,32	462g,41	462g,45	462g,39	462g,39
ϑ	15°,68	12°,88	10°,89	13°,55	14°,05
ϑ'	13°,12	11°,06	12°,36	11°,69	12°,82
$\Delta\vartheta$	4°,711	4°,927	5°,052	4°,860	4°,860
t	2' 30"	2'	2' 30"	2' 30"	2' 30"
Spec. Wärme	0,05624	0,05652	0,05619	0,05622	0,05601
Mittel aus den 5 Versuchen					0,05623

Englisches Zinn, weniger rein, gab:

$M(A)$	331g,92	331g,92
T	96°,85	97°,16
A	440g,38	440g,32
ϑ	15°,39	15°,99
ϑ'	14°,38	14°,55
$\Delta\vartheta$	3°,645	3°,637
t	4'	5'
Spec. Wärme	0,05685	0,05705.

Nickel.

Das Nickel zu diesen Versuchen war auf verschiedene Weisen dargestellt. Das reinste wurde erhalten durch Glühen des oxalsauren Nickeloxyds in einem Porcellantiegel vor Essenfeuer. Das so erhaltene Nickel ist jedoch immer etwas gekohlt. Man erkennt dieſs an dem Geruch des Wasserstoffgases, welches es bei Auflösung in Salzsäure entwickelt. Die specifische Wärme muſs hienach etwas zu groſs seyn.

M (F)	$132^g,68$	$132^g,68$	$132^g,68$
T	$98°,74$	$98°,74$	$98°,74$
A	$462^g,36$	$462^g,30$	$462^g,30$
ϑ	$12°,72$	$14°,63$	$12°,61$
ϑ'	$13°,04$	$14°,54$	$12°,44$
$\Delta\vartheta$	$2°,796$	$2°,721$	$2°,796$
t	1′ 30″	1′ 45″	2′
Spec. Wärme	0,10874	0,10837	0,10878
Mittel			0,10863.

Zu einer anderen Reihe von Versuchen wurde das Nickel durch Erhitzung des Oxyds in einem beschlagenen Tiegel vor Essenfeuer erhalten, ein Mal bei nicht bis zum Schmelzen des Metalls gehender Hitze, und dann durch Schmelzen desselben zum Regulus mitten im Beschlag. In beiden Fällen enthält das Metall eine beträchtliche Menge Kohle. Geschmolzen in dem Beschlag ist es ganz von der Natur des Guſseisens.

Nickel reducirt zwischen Kohle, aber nicht geschmolzen, gab folgende Zahlen:

M (B)	$200^g,65$	$200^g,65$	$200^g,65$
T	$98°,11$	$97°,79$	$98°,26$
A	$462^g,39$	$462^g,36$	$462^g,39$
ϑ	$13°,60$	$14°,16$	$13°,47$
ϑ'	$12°,59$	$12°,74$	$12°,59$
$\Delta\vartheta$	$4°,203$	$4°,178$	$4°,253$
t	1′ 58″	2′ 8″	1′ 56″
Spec. Wärme	0,11136	0,11207	0,11232.

Die spec. Wärme fällt hier schon stärker aus; c
Metall mufs also stärker gekohlt seyn.

Nickel endlich, das, geschmolzen im Beschlag, nc
mehr Kohle enthalten mufste, gab:

M (*B*)	$204^g,87$	$204^g,87$
T	$97°,48$	$97°,79$
A	$440^g,45$	$440^g,42$
ϑ	$13°,06$	$14°,16$
ϑ'	$8°,84$	$10°,94$
$\Delta\vartheta$	$4°,669$	$4°,594$
t	1′ 42″	2′ 8″
Spec. Wärme	0,11676	0,11587.

K o b a l t.

Zu diesen Versuchen diente einerseits wohl g
schmolzenes, aus dem kleesauren Salz erhaltenes u
andererseits aus dem Oxyd im Kohlenbeschlag reduc
tes Kobalt.

Das Kobalt aus dem kleesauren Salz gab:

M (*F*).	$87^g,87$	$87^g,87$
F	$98°,86$	$99°,05$
A	$462^g,30$	$462^g,30$
ϑ	$11°,18$	$11°,30$
ϑ'	$11°,09$	$10°,94$
$\Delta\vartheta$	$1°,889$	$1°,914$
t	1′ 30″	1′ 15″
Spec. Wärme	0,10629	0,10784.

Da die Kobaltmenge, über die ich zu diesen V
suchen verfügen konnte, ein wenig gering war, hielt i
es für zweckmäfsig einige Bestimmungen mit Hülfe v
Terpenthinöl zu machen. Die Resultate waren folgend

M (*F*)	$87^g,87$	$87^g,87$
T	$99°,05$	$99°,37$
Es	$420^g,20$	$420^g,40$
ϑ	$13°,05$	$12°,45$

ϑ'	11°,24	11°,02
$\Delta\vartheta$	4°,685	4°,752
t	2' 30"	2' 30"
Spec. Wärme	0,10685	0,10707.

Die Zahlen stimmen vollkommen mit den vorherigen. Das Mittel aus den vier Versuchen ist =0,10696.

Sehr kohlenhaltiges Kobalt, im Beschlag geschmolzen, gab folgende Zahlen:

M (B)	155g,94	155g,94	155g,94
T	97°,79	97°,79	97°,79
A	440g,39	440g,36	440g,39
ϑ	13°,86	14°,37	14°,15
ϑ'	10°,50	11°,54	12°,44
$\Delta\vartheta$	3°,537	3°,607	3°,587
t	2'	2' 30"	2' 35"
Spec. Wärme	0,11620	0,11783	0,11734.

Diese Zahlen sind weit gröfser als die vorherigen, fast aber identisch mit den unter gleichen Umständen beim gekohlten Nickel erhaltenen.

Platin.

Der Gefälligkeit des Hrn. Desmoutis, Platinfabrikanten, verdanke ich das zu meinen Versuchen angewandte Metall. Es war vollkommen rein.

Ich experimentirte mit drei Arten Platin: 1) mit dünn gewalztem und ausgeglühtem Platin; 2) mit Platin, das eine einzige, sehr gut geschmiedete Stange bildete; 3) mit frisch bereitetem Platinschwamm.

Gewalztes Platin gab folgende Zahlen:

M (E)	569g,01	569g,01	569g,01	569g,01
T	98°,80	98°,89	98°,64	98°,80
A	462g,39	462g,35	462g,40	462g,40
ϑ	12°,03	13°,12	11°,59	11°,39
ϑ'	12°,45	11°,84	11°,54	11°,84

$\Delta\vartheta$	3°,637	3°,537	3°,587	3°,604
t	2′	2′	2′	2′
Spec. Wärme	0,03279	0,03246	0,03228	0,03223.

M (E)	569^{g},01	569^{g},01	569^{g},01
T	98°,71	98°,74	98°,11
A	462^{g},36	462^{g},41	462^{g},40
ϑ	13°,95	11°,92	12°,13
ϑ'	12°,59	12°,59	12°,59
$\Delta\vartheta$	3°,487	3°,629	3°,587
t	1′ 45″	1′ 45″	2′
Spec. Wärme	0,03248	0,03268	0,03263
Mittel aus den sieben Versuchen			0,03243.

Das Platin in einem einzigen Zain gab:

M	628^{g},0
T	98°,29
A	462^{g},40
ϑ	11°,88
ϑ'	12°,30
$\Delta\vartheta$	3°,737
t	7′
Spec. Wärme	0,03197.

Diese Zahl ist weniger zuverlässig als die vorhergehenden, weil der Zain schwieriger im Apparat zu handhaben war.

Der Platinschwamm gab in zwei Versuchen:

M (E)	239^{g},63	383^{g},0
T	99°,05	99°,15
A	462^{g},36	462^{g},39
ϑ	11°,46	11°,52
ϑ'	12°,15	10°,79
$\Delta\vartheta$	1°,656	2°,513
t	1′ 45″	1′ 45
Spec. Wärme	0,03306	0,03281

Der Platinschwamm giebt also ähnliche Resultate

wie das gewalzte und ausgeglühte Platin, doch sind sie etwas stärker.

Palladium.

Das Palladium war mir von Hrn. **Bréant** geliehen; es enthielt eine Spur von Gold, und stellte eine einige Platte von 3 Millim. Dicke dar.

M	293g,37	293g,37	293g,37
T	98°,42	98°,42	98°,42
A	462g,41	462g,32	462g,32
ϑ	13°,51	14°,31	14°,50
ϑ'	11°,76	11°,93	12°,38
$\Delta\vartheta$	3°,163	3°,088	3°,096
t	2′ 30″	2′	2′
Spec. Wärme	0,05974	0,05893	0,05916
Mittel			0,05928.

Gold.

Ich arbeitete mit gekörntem Gold von 0,999 Feingehalt, das mir von Hrn. **Poissat**, Goldscheider, geliefert worden.

M (D)	471g,19	471g,19
T	98°,17	98°,27
A	462g,39	462g,39
ϑ	12°,38	12°,66
ϑ'	9°,54	10°,58
$\Delta\vartheta$	3°,071	3°,063
t	1′ 45″	2′
Spec. Wärme	0,03250	0,03238
Mittel		0,03244.

Wolfram.

Das Wolfram wurde dargestellt durch Reduction der im Porcellanrohre erhitzten Wolframsäure mittelst Wasserstoff. Es gelingt schwer, es in gröſseren Quan-

titäten auf diese Weise vollständig im Metallzustand zu erhalten. Ich erhitzte es folgweise drei Mal in einem Strom Wasserstoffgas, ohne es vollständig reducirt zu erhalten.

Die Masse bleibt übrigens in Gestalt eines feinen Pulvers zurück, und eignet sich schwierig zur Bestimmung der spec. Wärme. Um die Reduction zu vollenden, war ich genöthigt, die Masse in einem beschlagenen Tiegel zu erhitzen. Das halbreducirte Metall wurde stark in den Tiegel gestampft, und darauf zwei Stunden lang einem heftigen Essenfeuer ausgesetzt. Das Wolfram backte zu einer einzigen grauen metallischen Masse zusammen, die hinreichend zusammenhielt, um Stücke daraus zu bilden, die dann in die Messingkörbe gebracht wurden. Unglücklicherweise ist dann das Metall kohlenhaltig, so dafs die specifische Wärme ein wenig zu grofs ausfallen mufs.

M (*F*)	125g,10	124g,53	136g,44
T	98°,74	98°,74	99°,05
A	462g,39	462g,32	462g,39
ϑ	9°,73	11°,57	10°,02
ϑ'	10°,19	9°,89	9°,74
$\Delta\vartheta$	1°,024	0°,9571	1°,107
t	1' 30"	1' 30"	1' 30"
Spec. Wärme	0,03685	0,03616	0,03685
Mittel			0,03636.

Molybdän.

Das Molybdän wurde so erhalten. Erst wurde Molybdänsäure in einer Glasröhre durch einen Strom von Wasserstoffgas unvollständig reducirt, dann das theilweis reducirte Oxyd stark eingestampft in einen beschlagenen Tiegel, und nun heftig im Essenfeuer erhitzt. Daraus entsprang eine einzige zusammengebackene grauweifse Masse, die gleichfalls gekohltes Metall war.

M

M (E)	65g,83	64g,23
T	98°,58	98°,26
A	462g,32	462g,32
ϑ	11°,99	12°,46
ϑ'	12°,29	12°,74
$\Delta\vartheta$	1°,023	0°,982
t	2′	2′
Spec. Wärme	0,07254	0,07182
Mittel		0,07218.

U r a n.

Das Uran läfst sich aus dem ammoniakalischen Carbonat leicht durch Wasserstoffgas reduciren; allein es stellt dann ein sehr feines Pulver dar. Um es zusammengebacken zu erhalten stampfte ich es in einen beschlagenen Tiegel und erhitzte es darauf im Essenfeuer. Das Uran vereinigt sich alsdann zu einer einzigen, ziemlich harten dunkelbraunen Masse ohne Metallglanz.

M (E)	170g,50	170g,25	170g,14
T	98°,42	98°,42	98°,42
A	462g,41	462g,41	462g,39
ϑ	10°,27	10°,75	11°,07
ϑ'	10°,49	9°,44	9°,14
$\Delta\vartheta$	2°,147	2°,097	2°,064
t	1′ 30″	2′	2′
Spec. Wärme	0,06239	0,06191	0,06140
Mittel			0,06190.

S c h w e f e l.

Der Schwefel wurde durch Destillation gereinigt, dann in eine Röhre gegossen, und nach dem Erstarren in Stücke zerbrochen. So erhalten, ist er ein sehr schlechter Wärmeleiter, weshalb, wenn er heifs in das Wasser getaucht worden, das Maximum sich erst nach sehr langer Zeit einstellt. Die Bestimmung der spec. Wärme

kann also nicht mit grofser Schärfe geschehen. Der natürliche Schwefel, so wie der aus Schwefelkohlenstoff krystallisirte, leitet weit besser. In einer künftigen Abhandlung, welche die vergleichende Untersuchung dimorpher Körper umfasssen wird, werde ich auf die specifische Wärme des Schwefels in seinen beiden Krystallformen zurückkommen, und die Veränderungen der specifischen Wärme bei den so merkwürdigen physikalischen Umwandlungen, die der Schwefel in verschiedenen Temperaturen erleidet, weiter verfolgen.

Drei Versuche mit Schwefel gaben:

M (E)	104g,60	93g,71	105g,34 (B)
T	97°,73	97°,73	97°,31
A	462g,39	462g,39	462g,23
ϑ	13°,43	13°,06	16°,86
ϑ'	13°,42	12°,56	14°,54
$\Delta\vartheta$	3°,970	3°,354	3°,737
t	$\frac{0}{0}$	15′	8′
Spec. Wärme	0,20179	0,20153	0,20446
Mittel			0,20259.

Selen.

Das Selen kam von Hrn. Zincken. Es mochte eine Spur Schwefel enthalten, doch habe ich keine wägbare Menge darin gefunden.

M (B)	120g,13	120g,13	120g,13
T	98°,42	97°,63	97°,79
A	462g,36	462°,36	462g,36
ϑ	11°,93	12°,27	12°,89
ϑ'	11°,24	12°,07	11°,76
$\Delta\vartheta$	2°,022	2°,006	1°,989
t	1′ 53″	2′ 2″	1′ 25″
Spec. Wärme	0,08349	0,08396	0,08368
Mittel			0,08371.

Tellur.

Das Tellur bildete einen Regulus von blättrigem Bruch. Ich machte zwei Versuche damit, den ersten mit Wasser, den andern mit Terpenthinöl.

Der erstere gab:

$M\ (A)$	80g,58	80g,58
T	98°,42	98°,11
A	462g,23	461g,23
ϑ	13°,84	13°,92
ϑ'	13°,27	12°,52
$\Delta\vartheta$	0°,965	0°,974
t	1′ 32″	1′ 30″
Spec. Wärme	0,05045	0,05193.

Der zweite, mit Terpenthinöl, gab:

$M\ (F)$	63g,59	63g,56
T	98°,42	98°,49
Es	419g,69	419g,98
ϑ	11°,76	10°,89
ϑ'	10°,94	9°,15
$\Delta\vartheta$	1°,872	1°,889
t	2′	1′ 30″
Spec. Wärme	0,05177	0,05205
Mittel		0,05155.

Jod.

Das zu diesen Versuchen angewandte Jod war durch Destillation gereinigt. Das Destillat wurde abermals in eine Retorte gethan, und so erhitzt, dafs etwa ein Viertel überging, welches alle in der Materie befindliche Feuchtigkeit mit sich nehmen mufste. Das rückständige Jod wurde geschmolzen, in Glasröhren gegossen und diese darauf vor der Lampe verschlossen.

$M\ (E)$	197g,48	166g,12
Glas	29g,98	19g,50
T	98°,26	97°,85

A	462g,45	462g,45
ϑ	9°,42	9°,53
ϑ'	7°,79	9°,52
$\Delta\vartheta$	3°,298	2°,563
t	4′ 30″	3′ 30″
Spec. Wärme	0,05423	0,05401
Mittel		0,05412.

Diese Zahl weicht sehr ab von der des Hrn. Avodro, der 0,089 fand.

Iridium.

Das Iridium wurde mir von Hrn. v. Meyendorff geliehen. Es stellte Scheiben von etwa *einem* Centimeter Dicke dar. Das Metall ist gewifs unrein; denn seine Dichtigkeit fand sich 13,176, statt 15,683, die man demselben gewöhnlich beilegt. Hienach ist gewifs, dafs die gefundene specifische Wärme sich beträchtlich von der des reinen Metalls entfernen mufs. Allein da es sehr schwer hält, sich Iridium im reinen Zustande zu verschaffen, so glaubte ich, es sey nützlich, wenigstens für chemische Betrachtungen, die specifische Wärme angenähert zu kennen. Drei Versuche gaben:

M (A)	547g,85	547g,85	547g,85
T	98°,26	97°,94	98°,26
A	462g,23	462g,23	462g,20
ϑ	17°,49	16°,85	18°,04
ϑ'	17°,09	16°,57	15°,89
$\Delta\vartheta$	3°,745	3°,712	3°,670
t	2′ 30″	2′ 11″	2′ 24″
Spec. Wärme	0,03715	0,03663	0,03672.

Quecksilber.

Durch Destillation gereinigt. In Glasröhren gebracht.

M (*B*)	480g,01	480g,01	558g,58
Glas	19g,38	19g,38	16g,03
T	97°,79	97°,79	98°,98
A	462g,39	462g,41	462g,39
ϑ	12°,85	11°,72	12°,40
ϑ'	9°,59	10°,24	9°,45
$\Delta\vartheta$	3°,712	3°,812	4°,153
t	2′ 30″	2′ 30″	3′
Spec. Wärme	0,03318	0,03336	0,03343
Mittel			0,03332.

Kohlenstoff.

Die Kohle bietet bei Bestimmung ihrer specifischen Wärme grofse Schwierigkeiten dar. In einer gewissen Menge ist sie äufserst schwer rein darzustellen; überdiefs erhält man sie immer in Gestalt eines sehr feinen Pulvers, und in diesem Zustande ist sie für unsere Versuche ungemein unvortheilhaft. Ich habe mit Kohle verschiedener Abkunft sehr viele Versuche angestellt; allein selten ist es mir gelungen, sie blofs mit einer kleinen Menge fremdartiger Stoffe zu erhalten. Ich begnüge mich, hier einen Versuch zu geben, der mit wohl, mit Salzsäure gewaschener Holzkohle angestellt worden. Es gelang, ihr etwas Zusammenhalt zu geben, indem ich das Pulver mit einer concentrirten Zuckerlösung anknetete und es darauf abermals glühte. Die Kohle blieb in Gestalt einer porösen Masse zurück, die so viel zusammenhielt, dafs sie in die Messingkörbchen gelegt werden konnte. Da sie sehr leicht ist, so war man genöthigt auf die Kohlenstücke eine gewogene Menge Blei zu legen.

M (*F*)	37g,88
Blei	47g,36
T	97°,79
A	462g,23
ϑ	15°,61
ϑ'	14°,73

$\Delta\vartheta$	1°,972
t	4'
Spec. Wärme	0,24111.

Diese specifische Wärme kann nicht strenge richtig seyn, da die Kohle noch eine beträchtliche Menge Asche hinterliefs; sie kann sich indefs nur wenig von der Wahrheit entfernen. Uebrigens werde ich bald Gelegenheit haben, auf die specifische Wärme der Kohle zurückzukommen, die für deren verschiedene Zustände zu untersuchen wichtig ist.

Phosphor.

Der Phosphor macht, vermöge seines äufserst niedrigen Schmelzpunkts, eine scharfe Bestimmung seiner specifischen Wärme sehr schwierig.

Bei meinen Versuchen schmolz ich den Phosphor in Glasröhren, und verschlofs diese vor der Lampe. Die Röhren wurden in einen Korb gelegt, bis etwa 30° in der Darre erhitzt, und darauf die Bestimmung der specifischen Wärme in Terpenthinöl vorgenommen. Folgendes sind die Ergebnisse eines Versuchs:

M (G)	71g,31
Glas	28g,40
T	30°,21
Es	369g,51
ϑ	7°,15
ϑ'	6°,82
$\Delta\vartheta$	2°,763
t	9'
Spec. Wärme	0,18949.

Dieser Werth ist, wegen der grofsen Schwierigkeit des Versuchs, nicht streng. Die Darre, in welcher der Phosphor erhitzt wurde, erfüllte die Bedingung, eine stationäre Maximum-Temperatur zu geben, nicht genügend. Wie dem auch sey, so kann doch die obige Zahl

sich nicht sehr von der Wahrheit entfernen, und es war für die Theorie der Chemie von Wichtigkeit, einen angenäherten Werth von der spec. Wärme des Phosphors zu haben.

Hr. Avogadro hat für die spec. Wärme des Phosphors die Zahl 0,385 gefunden, also das Doppelte wie ich. Um keinen Zweifel in dieser Hinsicht übrig zu lassen, bestimmte ich die spec. Wärme des Phosphors zwischen 0° und 100°, d. h. zwischen Temperaturgränzen, die den starren Zustand bis 35° C., den Uebergang aus diesem Zustand in den flüssigen, und endlich den flüssigen Zustand von 35° bis 100° C. umfassen.

Zwei Versuche, nach dem gewöhnlichen Verfahren angestellt, gaben:

M (G)	71g,31	59g,09
Glas	28g,40	23g,50
T	98°,42	97°,85
A	462g,46	462g,45
ϑ	8°,64	10°,64
ϑ'	10°,04	9°,11
$\Delta\vartheta$	4°,727	3°,678
t	6′ 30″	6′
Spec. Wärme	0,25250	0,25034.

Diese Zahlen müssen viel zu groſs seyn, weil sie sich meistentheils auf flüssigen Phosphor beziehen, und sie alle latente Schmelzwärme mit begreifen. Deſsungeachtet sind sie noch weit entfernt von 0,385, der von Hrn. Avogadro gegebenen Zahl. Sie reichen hin zu zeigen, daſs die Zahl 0,1895 nicht weit vom wahren Werthe abliegen kann.

Mangan.

Man kennt keinen Weg, um metallisches Mangan im Zustande der Reinheit zu erhalten. Die Reduction dieses Metalls gelingt nur durch Vermengung des Oxyds

mit Kohle und Erhitzung des Gemenges in einen beschlagenen Tiegel beim möglichst heftigsten Feuer unserer Oefen. Es gelingt dadurch, das Metall in Form eines Regulus zu erhalten; allein es ist dann sehr kohlenhaltig, selbst mehr als das unter gleichen Umständen dargestellte Gufseisen. Mein Zweck bei Anstellung dieser Versuche konnte demnach nicht der seyn, die specifische Wärme des reinen Metalls genau zu erhalten; ich wollte blofs einen genäherten Werth haben, der für chemische Betrachtungen nützlich seyn könnte.

$M\,(A)$	$120^{g},66$	$120^{g},66$
T	$97^{o},48$	$97^{o},79$
A	$462^{g},32$	$462^{g},32$
ϑ	$14^{o},47$	$14^{o},20$
ϑ'	$12^{o},59$	$10^{o},19$
$\Delta\vartheta$	$3^{o},262$	$3^{o},304$
t	2' 15"	2' 35"
Spec. Wärme	0,14243	0,14578
Mittel		0,14410.

Eisen auf verschiedenen Stufen der Kohlung.

Ich habe die specifische Wärme bei mehren Arten von Kohleneisen bestimmt, um zu sehen, wie sie bei verschiedenen Verhältnissen zwischen Eisen und Kohle sich verändern.

Hausmann'scher Stahl.

Er hatte die Gestalt kleiner quadratischer Stangen. Nach den Analysen des Hrn. Berthier enthält er nur 1,33 Kohle.

$M\,(F)$	$176^{g},40$	$176^{g},40$
T	$98^{o},42$	$99^{o},05$
A	$462^{g},20$	$462^{g},20$
ϑ	$17^{o},81$	$18^{o},05$
ϑ'	$17^{o},99$	$18^{o},13$

$\Delta\vartheta$	3°,753	3°,737
t	1' 30"	1' 30"
Spec. Wärme	0,11896	0,11789
Mittel		0,11848.

Feineisen (*Fine-metal*).

M (F)	201g,89
T	98°,58
A	462g,10
ϑ	19°,96
ϑ'	19°,64
$\Delta\vartheta$	4°,452
t	1' 45"
Spec. Wärme	0,12728.

Weifs-Roheisen (*Fonte blanche*) *).

M (F)	198g,29	198g,29
T	98°,58	98°,42
A	462g,20	462g,20
ϑ	19°,29	19°,22
ϑ'	17°,84	17°,39
$\Delta\vartheta$	4°,486	4°,461
t	1' 30"	1' 30"
Spec. Wärme	0,12983.	

Ich werde nun die eben gegebenen Resultate über die specifische Wärme in Eine Tafel zusammenstellen, und sie dabei in mehre Gruppen theilen.

In der ersten Gruppe, betitelt *Vorläufige Bestimmungen*, stelle ich die specifische Wärme derjenigen Substanzen, deren Kenntnifs nöthig war, um die Versuche zu berechnen.

Die zweite Gruppe umfafst die specifische Wärme einfacher starrer Körper, und zerfällt in drei Abtheilungen: *A*, *B*, *C*. Die Abtheilung *A* begreift die einfachen Kör-

*) Aus Burgund, mit Holzkohlen dargestellt.

per, die im Zustande vollkommener Reinheit untersucht werden konnten, und deren specifische Wärme also als richtig betrachtet werden mufs. Die Abtheilung *B* umschliefst die Metalle, die nur in einem beschlagenen Tiegel reducirt werden konnten, und deshalb etwas kohlenhaltig waren. Die specifische Wärme dieser ist etwas zu hoch; allein leicht ist aus dem Vergleich der mit Eisen, Nickel und Kobalt im Zustande geringerer oder gröfserer Kohlung erhaltenen Resultate zu beurtheilen, um wie viel die Zahlen verringert werden müssen, damit sie auf reine Metalle anwendbar seyen. Hinzugefügt ist die specifische Wärme der Kohle und die des Phosphors, welche ich nicht als definitiv betrachte, und bald möglichst näher bestimmen werde.

In die dritte Abtheilung *C* sind diejenigen einfachen Körper gestellt, die ich nicht anders als mit einer bedeutenden Menge fremder Stoffe verbunden erhalten habe. Bei diesen dürfen die gefundenen specifischen Wärmen nur als mehr oder weniger entfernte Annäherungen betrachtet werden, die für die Theorie der Chemie nützlich seyn können. Diese Abtheilung begreift nur zwei Substanzen, *Mangan* und *Iridium*.

Die dritte Gruppe umfafst endlich die einfachen flüssigen Körper. Quecksilber ist die einzige Substanz dieser Kategorie, deren specifische Wärme bestimmt wurde. Ich hoffe, bald die von *Brom* hinzufügen zu können, wann es mir gelungen seyn wird, dasselbe im Zustande der Reinheit zu erhalten.

Die Tafel zerfällt in mehre Spalten, deren Bedeutung aus den Ueberschriften erhellt [1]).

1) Das Original enthält noch eine Spalte mehr, nämlich in dieser die Angabe aller einzelnen Resultate; hier sind nur, wenn mehre Bestimmungen gemacht wurden, die Mittelwerthe gegeben, da man die Ergebnisse der einzelnen Versuche schon in dem Früheren besitzt. *P.*

Nickel, geschmolzen, mehr kohlenh.	0,11631			369,68	42,999
Kobalt, dito dito dito	0,11712			368,99	43,217
Stahl, Hausmann'scher	0,11848			339,21	40,172
Feineisen	0,12728			339,21	
Weifsroheisen	0,12983			339,21	44,038
Kohle	0,24111	0,25 *A*	76,44	152,88	36,873
Phosphor, von 10° bis 30°	0,1887	0,385 *A*	196,14	196,14	37,024
dito von 0° bis 100°	0,25142				

Abtheilung *C.*

Iridium, unrein	0,3683		1233,50	1233,50	45,428
Mangan, sehr kohlenhaltig	0,14411		345,89	345,89	49,848

Gruppe III. — einfache flüssige Substanz.

Quecksilber	0,03332	0,0330	1265,22	1265,82	42,149

Substanzen.	Specifische Wärme: Mittelwerthe nach Regnault.	Specifische Wärme: nach Dulong und Petit.	Atomgewicht: nach Berzelius.	Atomgewicht: von Regnault angenommen.	Product aus der spec. Wärme in d. Atomgewicht.
[illegible] von Banca	0,05623	0,0514	735,29	735,29	41,345
[illegible] England	0,05695				
[illegible] Oxalat)	0,10863	0,1035	369,68	369,68	40,160
[illegible] o)	0,10696	0,1498	368,99	368,99	39,468
[illegible]	0,03243	0,0314	1233,50	1233,50	39,993
[illegible] m	0,03293				
[illegible]	0,05927		665,90	665,90	39,468
[illegible]	0,03244	0,0298	1243,01	1243,01	40,328
[illegible]	0,20259	0,1880	201,17	201,17	40,754
[illegible]	0,0837		494,58	494,58	41,403
[illegible]	0,05155	0,0912	801,76	801,76	41,549
Jo[illegible]	0,05412	0,089 *A*	789,75	789,75	42,703

Abtheilung *B.*

Substanzen.	Mittelwerthe nach Regnault.	nach Dulong und Petit.	nach Berzelius.	von Regnault angenommen.	Product
[illegible]	0,06190		2711,36	677,84	41,960
[illegible]	[illegible]		1183,00	1183,00	43,002

Nickel, geschmolzen, mehr kohlenh.	0,11631			369,68	42,999
Kobalt, dito dito dito	0,11712			368,99	43,217
Stahl, Hausmann'scher	0,11848			339,21	40,172
Feineisen	0,12728			339,21	
Weifsroheisen	0,12983			339,21	44,038
Kohle	0,24111	0,25 *A*	76,44	152,88	36,873
Phosphor, von 10° bis 30°	0,1887	0,385 *A*	196,14	196,14	37,024
dito von 0° bis 100°	0,25142				

Abtheilung *C*.

Iridium, unrein	0,3683		1233,50	1233,50	45,428
Mangan, sehr kohlenhaltig	0,14411		345,89	345,89	49,848

Gruppe III. — einfache flüssige Substanz.

Quecksilber	0,03332	0,0330	1265,22	1265,82	42,149

Vergleicht man die von Dulong und Petit gefundenen Zahlen mit den meinigen, so sieht man, dafs letztere im Allgemeinen etwas gröfser sind. Die Unterschiede rühren wahrscheinlich von dem Verfahren her. Bei ihren Versuchen nach der Mengungsmethode erhitzten Dulong und Petit die Substanzen durch längeres Eintauchen in siedendes Wasser, und darauf brachten sie dieselben in das Wasser des Kühlgefäfses. Während dieses Transports durch die Luft mufste nun vermöge der Verdunstung des Wassers, welches die Oberfläche der Körper benetzte, ein sehr bedeutender Wärmeverlust stattfinden.

Die directe Probe, welcher ich mein Verfahren durch Bestimmung der specifischen Wärme des Wassers unterwarf, zeigt hinreichend, dafs meine Zahlen nur sehr geringe Unsicherheiten mit sich führen können.

Gröfsere Unterschiede zwischen meinen Resultaten und denen von Dulong und Petit bemerkt man beim Kobalt und Tellur. Kobalt und Nickel haben eine gleiche specifische Wärme, und dadurch verschwindet eine der hauptsächlichsten Anomalien in dem Dulong-Petit'schen Gesetz. Die specifische Wärme des Tellurs ist kaum die Hälfte der von diesen Physikern gegebenen. Ich stehe nicht an, diese Abweichungen den Unsicherheiten der Erkaltungsmethode zuzuschreiben, wie ich schon vorhin zu zeigen gesucht habe.

Sehen wir nun, ob die Werthe, welche ich für die specifische Wärme einfacher Körper gefunden, das Gesetz der Atome bestätigen. Dazu bedarf es, dafs die in der letzten Spalte der Tafel enthaltenen Zahlen, welche die Producte der specifischen Wärme in die zugehörigen Atomgewichte vorstellen, constant bleiben.

Nun sieht man, dafs diese Zahlen von 38 bis 42 schwanken [1]), d. h. um weit beträchtlichere Gröfsen als aus Beobachtungsfehlern hervorgehen könnten. Das Ge-

1) In diesen Vergleich darf man offenbar nur die einfachen Körper der Abtheilung *A* aufnehmen.

setz der Atome bestätigt sich also nicht auf eine absolute Weise; erwägt man aber, dafs die Atomgewichte der in der Tafel aufgeführten einfachen Körper von 200 bis 1400 geben, die Producte aus den specifischen Wärmen in die Atomgewichte aber zwischen 38 und 42 eingeschlossen bleiben, so wird man überzeugt seyn, dafs das Dulong-Petit'sche Gesetz, wenn auch nicht als ganz streng, doch wenigstens als sehr der Wahrheit nahe kommend angesehen werden mufs.

Wahrscheinlich würde diefs Gesetz die Resultate der Erfahrung ganz streng darstellen, wenn man die specifische Wärme bei jedem Körper für einen bestimmten Punkt der Thermometerskale nehmen und zugleich die specifische Wärme von allen die Beobachtung abändernden fremden Ursachen befreien könnte. Diese Ursachen können verschiedener Art seyn.

Körper, die, bevor sie schmelzen, den Zustand der Weichheit durchlaufen, enthalten wahrscheinlich schon, ehe sie fliefsen, einen Theil ihrer Schmelzungswärme, die sich, bei dem Versuch, der specifischen Wärme addirt. Andererseits ergiebt sich die specifische Wärme, wie wir sie bestimmten, aus der Beobachtung der Wärmemenge, die der Körper absorbiren mufs, um seine Temperatur zu erhöhen; diefs ist nun, genau gesprochen, seine specifische Wärme plus der Wärmemenge, die er aufnehmen mufste, um sich auszudehnen. Diese letztere Wärmemenge, die man *latente Ausdehnungswärme* nennen könnte, fügt sich, bei dem Versuch, der specifischen Wärme hinzu; sie ist sehr grofs bei den Gasen, weit schwächer bei den starren und flüssigen Körpern, allein in keinem Fall zu vernachlässigen, und mufs nothwendig die beobachtete specifische Wärme in merklicher Weise abändern.

Alle Fehlerquellen sind noch verwickelt durch die willkührliche Wahl des Punktes, von welchem aus man bei jedem Körper das Steigen der Temperatur rechnet,

eine Wahl, die durch keine physische Eigenschaft, wie der Schmelz- oder Siedpunkt der Substanz, bedingt wird, sondern gleich ist für Körper von gänzlich verschiedener Natur.

Die Zunahme der specifischen Wärme mit der Temperatur reicht allein hin zu zeigen, wie nothwendig es sey, für jede Substanz einen mit deren Eigenthümlichkeiten in Beziehung stehenden Ausgangspunkt zu wählen, weil es keinen Grund giebt, dafs diese Zunahme, welche wahrscheinlich einem Gesetz unterworfen ist, diefs Gesetz zur Evidenz bringe, wenn man es für jeden Körper von einem Zahlenwerth aus bestimmt, der sicher nicht für alle gleiche Lage hat auf der Curve, die diefs Gesetz in Function der Temperatur ausdrückt.

Uebrigens bin ich überzeugt, dafs die specifische Wärme eines Körpers sich merklich verändern kann, wenn dieser in seiner Dichtigkeit eine Veränderung gleicher Ordnung erleidet. So z. B. erleidet das *Kupfer*, dessen Dichtigkeit beim Harthämmern bedeutend zunimmt, eine sehr merkliche Verringerung in seiner specifischen Wärme; und diese nimmt ihren ursprünglichen Werth wieder an, wenn das Metall ausgeglüht wird.

Wohl schmiedbares Kupfer gab, bei zwei Versuchen, für seine specifische Wärme die Zahlen 0,09501 und 0,09455.

Dasselbe Kupfer, kalt gehämmert, gab, bei zwei Versuchen, für die specifische Wärme 0,09360 und 0,9332, Zahlen, die sehr bedeutend schwächer sind als die vorhergehenden.

Nachdem dasselbe Kupfer in einer guten Rothglühhitze angelassen worden, fand man für seine specifische Wärme 0,09493 und 0,09479, d. h. den ursprünglichen Werth.

Blei und Zinn erlitten unter dem Prägstock keine Aenderung, sowohl in der Dichte als in der specifischen Wärme.

Eine

Eine Reihe ähnlicher Versuche habe ich mit Substanzen begonnen, die bei gleicher Temperatur merklich verschiedene Dichtigkeiten darbieten können, wie z. B. gehärtetes und gekühltes Glas. Diese Versuche gehören natürlich in das Kapitel, worin ich die dimorphen Körper behandeln werde. Bekanntlich ist bei diesen die Dichte oft sehr beträchtlich verschieden. Das Wenige, was ich so eben über die Veränderung der specifischen Wärme eines Metalls bei dessen Härtung gesagt, wird genügend die Nothwendigkeit zeigen, die Versuche mit Substanzen anzustellen, deren Theilchen ihre natürliche Lage wohl angenommen haben, z. B. mit Substanzen, die nach dem Schmelzen langsam erkaltet sind. Diese Bedingungen lasseu sich in der Praxis aber nicht immer erfüllen.

Man sieht hieraus, dafs die Aufsuchung des Gesetzes, welches die specifische Wärme y der Körper mit deren Atomgewicht x verknüpft, darin besteht, die Form einer zugleich andere Variabeln enthaltenden Function $F(x, y, u, v$ etc.) zu bestimmen, während man blofs eine Reihe numerischer Werthe von y und die entsprechenden Werthe von x kennt. Die Form der Function würde sich in Strenge kund geben, wenn nicht, bei Variation von x, zugleich u und v mit y variirten; allein da diese gleichzeitige Veränderung immer stattfindet, und man bisher zur Ermittlung des Einflusses dieser, der glücklicherweise bei der Wärmecapacität starrer und flüssiger Körper ziemlich schwach ist, keinen Weg kennt, so kann die Form der Function sich nur in angenäherter Weise zwischen den Zahlenwerthen von y und x zu erkennen geben. Das ist vermuthlich der wahre Grund, weshalb das Dulong-Petit'sche Gesetz nicht streng aus den beobachteten Zahlen hervorgeht.

Ich habe in dieser Abhandlung nicht immer die Berzelius'schen Atomgewichte angenommen. Um mich für jetzt auf die Abtheilung A der Tafel zu beschränken,

da aus ihr allein das Gesetz der specifischen V
der Atome hervorgehen kann, so sieht man, da
Atomgewicht des Silbers die Hälfte von dem B
lius'schen ist, das des Wismuths 1330 statt 887.

Das von Berzelius angenommene Atomgewic
Silbers, 1351, setzt voraus, das Silberoxyd sey R C
spreche dem Bleioxyd, dem schwarzen Kupferoxyd.
aber wissen alle Mineralogen aus den schönen Bec
tungen von Gustav und Heinrich Rose sehr gu
das Schwefelsilber als isomorph mit dem Einfach-S
felkupfer Cu^2S betrachtet werden mufs, und dafs e
ses in dem Fahlerz und den Bournoniten ersetzen
Das Silberoxyd entspricht hienach dem Kupferoxydu
dem Quecksilberoxydul, und das allgemein für da
ber angenommene Atomgewicht wird durch zwei d
werden müssen.

Berzelius hat lange Zeit mit den übrigen C
kern für das Atomgewicht des Wismuths die Zahl
angenommen; diese gab dem Wismuthoxyde die F
Bi^2O^3, und stellte es dem Antimonoxyde an die
allein seit Stromeyer ein höheres Wismuthoxyc
deckte, hielt er für nothwendig, das bis dahin ang
mene Atomgewicht aufzugeben und dafür die Zah
zu nehmen, weil die von diesem Chemiker gem
Analyse des Hyperoxyds kein einfaches Verhältnil
dem alten Atomgewicht ergab, wogegen man mit
neuen die Reihe BiO und $BiO^{\frac{3}{2}}$ hat. Das Wis
oxyd entspräche hienach dem Bleioxyd; allein dies
nahme widerstreitet allen Analogien. Das Schwef
muth ist keineswegs mit dem Schwefelblei isomorph;
mehr besitzt es, nach Phillips, eine Krystallform,
lich der des Schwefelantimons. Jacquelin's Ver
über verschiedene Wismuthverbindungen machen e
gemein wahrscheinlich, dafs das Stromeyer'sche
peroxyd gleiche Zusammensetzung wie die antim
Säure habe, und das Wismuthchlorid isomorph se

m Antimonchlorid. Hienach glaube ich, dafs an der
›thwendigkeit, zum alten Atomgewicht zurückzukehren,
in Zweifel übrigbleiben könne.

Wohl fest gestellt, würde das Gesetz der specifi-
hen Wärme der Atome ein entscheidendes Kennzeichen
›geben zur Bestimmung des Werthes der Atomgewichte
›n einfachen Substanzen, deren chemische Charaktere
cht so scharf oder nicht so vollständig bekannt sind,
n unter mehren gleich wahrscheinlichen Zahlen die rich-
ge Wahl zu treffen. Wenden wir diefs Gesetz auf die
ı der Abtheilung *B* enthaltenen Substanzen an, so fin-
en wir darin zwei einfache Körper, für welche man die
›genwärtig angenommenen Atomgewichte abändern müfste,
ïmlich: Uran und Kohle.

Das bisher für das Uran angenommene Atomgewicht
t 2711, — übermäfsig grofs, doppelt so grofs als die
›chsten Atomgewichte der übrigen einfachen Körper.
ach der specifischen Wärme des Urans mufs man das
omgewicht desselben auf 677,84, d. h. auf ein Viertel
duciren, und das Uranoxydul als U^4O betrachten. Un-
icklicherweise sind uns die Verbindungen des Urans
sher so unvollkommen bekannt, dafs man sich unmög-
h derselben zu Betrachtungen über die Feststellung
s Atomgewichts dieses Körpers bedienen kann. Ich
be einige Versuche zur Ausfüllung dieser Lücke un-
rnommen.

Das von Berzelius für die Kohle angenommene
omgewicht müfste verdoppelt werden; diefs gäbe für
e Verbindungen dieses Körpers mit dem Sauerstoff die
›rmeln:

Kohlenoxyd	CO^2
Kleesäure	CO^3
Kohlensäure	CO^4.

Die neutralen kohlensauren Salze würden sonach
sische, und die sauren neutrale.

Ich will hier nicht alle chemischen Betrachtungen

entwickeln, auf die man sich zu Gunsten dieses Atomgewichts der Kohle stützen könnte; ich verspare sie für eine künftige Arbeit, in welcher ich die specifische Wärme organischer Verbindungen untersuchen werde. Ich begnüge mich mit der Bemerkung, dafs diefs neue Atomgewicht eine von allen Chemikern beobachtete Thatsache erklären würde, nämlich dafs man bei all den organischen Verbindungen, über deren Aequivalent keine Ungewifsheit herrscht, die *Anzahl der Kohlenatome* durch zwei dividiren kann. Als Ausnahme von dieser allgemeinen Thatsache kenne ich nur einige organische Säuren, z. B. Gallussäure, Brenzweinsäure, Brenzcitronensäure. Hr. Liebig hat neuerlich gezeigt, dafs mehre dieser Säuren als bibasische Säuren zu betrachten seyen und ihre Formel verdoppelt werden müsse; diefs macht die Anzahl der Kohlenatome ebenfalls durch zwei theilbar.

Beim Bor und Kiesel würde die specifische Wärme ein sehr schätzbares Datum seyn, um das Atomgewicht festzustellen, das bei diesen Körpern bisher nur auf recht schwankende Betrachtungen, und durch mehr oder weniger entfernte Analogien bestimmt werden konnte. Ich habe mir bis jetzt nur sehr geringe Mengen von diesen Substanzen verschaffen können, habe indefs doch einige Versuche gemacht, ihre Wärmecapacität nach der Erkaltungsmethode zu bestimmen. Bald hoffe ich die Resultate geben zu können, vereint mit den specifischen Wärmen anderer Metalle, die ich mir ebenfalls nur in geringer Menge verschaffen konnte, nämlich Chrom, Titan und Rhodium. Auch habe ich die specifische Wärme einer grofsen Zahl zusammengesetzter Körper bestimmt, doch sind die Versuche noch nicht so vollständig, dafs sie verdienten der Academie vorgelegt zu werden.

IV. *Ueber die Spiralen der Ammoniten; von Carl Friedrich Naumann in Freiberg.*

(Fortsetzung von Bd. L S. 236.)

§. 5. Einige allgemeine Eigenschaften der Conchospiralen.

Ehe ich in meinen eigenen Darstellungen fortfahre, mufs ich, um jedem Verdachte der unrechtmäfsigen Priorität zu begegnen, Folgendes bemerken. Bald nach dem Abdrucke meines ersten Aufsatzes (Annal. Bd. L S. 223) wurde ich durch eine freundliche Mittheilung des Hrn. Leopold von Buch davon in Kenntnifs gesetzt, dafs ganz ähnliche Untersuchungen über die geometrische Gesetzmäfsigkeit der gewundenen Conchylien schon vor zwei Jahren von Hrn. Prof. Moseley in den philosophischen Transactionen bekannt gemacht worden sind. Es ist mir jetzt endlich durch die Güte Sr. Excellenz des Hrn. Staatsministers von Lindenau geglückt, Moseley's wichtige Abhandlung studiren zu können. Sie findet sich in den *Philosophical transactions for the year*, 1838, *p.* 351 ff., unter dem Titel: *On the geometrical forms of turbinated and discoid shells.* Herr Moseley erkannte das Gesetz der *logarithmischen Spirale* zunächst in den Zuwachsstreifen des *Operculum* von *Turbo* und andern Geschlechtern, und dann in der geometrischen Progression der Windungsabstände; er bestimmte die *Windungsabstände* mehrer Species (z. B. für *Nautilus Pompilius* $q=3$, für *Turbo duplicatus* $q=1{,}18$, für *Turbo phasianus* $q=\frac{7}{4}$, für *Buccinum subulatum* $q=1{,}13$); er erkannte die *Wichtigkeit* dieses Quotienten als einer charakteristischen Zahl für die Bestimmung der Species, und entwickelte nicht nur mehre

sehr sinnreiche Betrachtungen über die *Wachsthums-Gesetze* der Conchylien, sondern gab auch *mathematische Formeln* für die Area und den Schwerpunkt der Conchoidal-Oberflächen, und für das Volumen und den Schwerpunkt der Conchoidal-Körper. Hrn. Moseley gebührt daher das Verdienst der Entdeckung des Grundgesetzes der gewundenen Conchylien; ihm gebührt das Verdienst, einen, zeither der Mathematik unzugänglich gebliebenen Zweig der Naturgeschichte in das Gebiet der exacten Wissenschaften eingeführt zu haben. Mich aber freut es, in seiner schönen Arbeit eine Bürgschaft für die Richtigkeit meiner eigenen Forschungen und eine Aufforderung zur weiteren Verfolgung des eingeschlagenen Weges gefunden zu haben.

In der Voraussetzung, dafs auch die Ammoniten und die mit ihnen verwandten Formen nach dem Gesetze der Conchospirale (oder logarithmischen Spirale) gewunden sind, will ich nun versuchen mehre Folgerungen über die Natur dieser Formen und einige Hülfsmittel zur genaueren Bestimmung derselben abzuleiten. Da ich jedoch nicht voraussetzen kann, dafs allen Denjenigen, welche sich für diese Betrachtungen interessiren dürften, die Eigenschaften der Conchospirale sogleich gegenwärtig seyn werden, so will ich vorher einige, für unsere Zwecke besonders wichtige Eigenschaften in Erinnerung bringen, welche sich ohne Weiteres aus der Gleichung $r = a q^{\frac{v}{2\pi}}$ ergeben.

1) *Die Conchospiralen haben ihren Anfang* **nicht** *im Mittelpunkte oder Pole des Axensystems, sondern in einem bestimmten Punkte aufserhalb desselben.*

Der Anfang der Linie liegt nämlich da wo $v = 0$ ist; für diesen Werth wird aber $r = a$, welche Gröfse wir künftig den *Parameter* der Conchospirale nennen

wollen. Wenn also (Taf. I Fig. 10) C der Mittelpunkt der Spirale und $CA=a$ ist, so beginnt die Spirale bei A, um nun in der Richtung ABR unzählige, immer gröfsere Windungen zu machen. Der Parameter a ist ein Element, dessen Bestimmung nur auf dem Wege directer Beobachtung zu erlangen ist.

Von dem Anfangspunkte A aus *entfernt* sich die Conchospirale für *positive* v (d. h. für alle, nach der *einen* Richtung AB stattfindenden Drehungen des Radius Vector), in *zahllosen*, immer *gröfseren* Windungen vom Mittelpunkte C in die Unendlichkeit hinaus. Für *negative* v dagegen (oder für die in *entgegengesetzter* Richtung AD stattfindenden Drehungen des Radius Vector) *nähert* sich die Conchospirale in *zahllosen*, immer *kleineren* Windungen dem Mittelpunkte, ohne ihn doch jemals zu erreichen. Der Mittelpunkt oder Pol ist ein asymptotischer Punkt der Curve, welche sonach von ihrem Anfangspunkte aus nach entgegengesetzten Richtungen in einem *äufseren* (positiven) centrifugalen, und in einem *inneren* (negativen) centripetalen Theil zerfällt. An gegenwärtigem Orte haben wir es immer nur mit dem *äufseren*, *positiven* Theile der Spirale zu thun.

2) *Die successiven singulodistanten Windungsabstände bilden in der Conchospirale eine geometrische Progression vom Quotienten* q.

Aus §. 2 wird man sich erinnern, dafs ich unter singulodistanten Radien solche Radien verstehe, welche genau um eine *ganze* Windung (oder um den Winkel $v=2\pi$) aus einander liegen. So sind z. B. CA, CR, CR' drei, auf einander folgende singulodistante Radien. Da nun

für CA der Bogen $v=0$
- CR - - $v=2\pi$
- CR' - - $v=4\pi$

ist u. s. w., so folgt, dafs sich

$$CA : CR : CR' \text{ etc.} = a : aq : aq^2 \text{ etc.}$$

verhalten. Hieraus ergiebt sich aber fernerweit, dafs auch die singulodistanten Windungs*abstände* AR, RR' u. s. w. eine geometrische Progression von *demselben* Quotienten bilden müssen. Denn es haben diese Abstände successiv die Werthe $a(q-1)$, $a(q-1)q$, $a(q-1)q^2$, welche offenbar nach einer geometrischen Progression von dem Quotienten q fortschreiten.

3) *An jeder Conchospirale ist der Neigungswinkel der Tangente gegen den Radius constant.*

Diese sehr charakteristische Eigenschaft der Conchospirale läfst sich leicht aus ihrer Gleichung ableiten, wenn man den allgemeinen Ausdruck der Subtangente einer Curve für polare Coordinaten zu Grund legt; es ist nämlich:

$$Subtang. = \frac{r^2 dv}{dr}.$$

Substituirt man hierin den, aus der Gleichung $r = aq^{\frac{v}{2\pi}}$ abzuleitenden Werth des Differentialquotienten $\frac{dv}{dr}$, so folgt für die Conchospirale:

$$Subtang. = \frac{2\pi r}{log\, q}.$$

Es findet sich aber der Neigungswinkel ω des Radius gegen die Tangente, indem man die Subtangente durch den Radius dividirt; also wird:

$$tang\, \omega = \frac{2\pi}{log\, q}.$$

Da nun π und q constante Gröfsen sind, so folgt, dafs der Winkel ω an jedem beliebigen Punkte *genau denselben Werth* hat, oder für eine und dieselbe Spirale eine *constante Gröfse* ist.

§. 6. Ueber die Diameter und Radien der Conchospirale.

1) Irgend ein *Diameter D* der Conchospirale besteht allemal aus der Summe zweier semissodistanter Radien. Ist also der *eine* dieser Radien:

$$r = aq^{\frac{v}{2\pi}},$$

so wird der *andere*:

$$r' = aq^{\frac{v}{2\pi}} q^{\frac{1}{2}}$$

und daher:

$$D = r' + r = aq^{\frac{v}{2\pi}}(1 + q^{\frac{1}{2}}).$$

Für irgend einen der folgenden, gröfseren Durchmesser D', welcher mit dem ersteren den Winkel x bildet, wird eben so

$$D' = aq^{\frac{v}{2\pi}}(1 + q^{\frac{1}{2}}) q^{\frac{x}{2\pi}},$$

und es haben daher überhaupt zwei, um den Winkel x distante Diameter D und D' das Verhältnifs:

$$\frac{D'}{D} = q^{\frac{x}{2\pi}}.$$

Für zwei *quadrantodistante* oder sich rechtwinklich schneidende Diameter eines und desselben Umganges wird also:

$$\frac{D'}{D} = q^{\frac{1}{4}} \text{ oder } \left(\frac{D'}{D}\right)^4 = q,$$

und für die beiden coïncidirenden *semissodistanten* Diameter, oder, was dasselbe ist, für den gröfsten und kleinsten Diameter eines und desselben Umganges wird:

$$\frac{D'}{D} = q^{\frac{1}{2}} \text{ oder } \left(\frac{D'}{D}\right)^2 = q,$$

so wie endlich für *singulodistante* Diameter $\frac{D'}{D} = q$.

2) Die *Abstände* je zweier *semissodistanter* (und daher einander paralleler) *Tangenten* sind denen, durch die betreffenden Berührungspunkte gehenden Diametern proportional.

Man denke sich durch die beiden Endpunkte eines Diameters Tangenten gelegt, so folgt aus der, im vorhergehenden §. erläuterten Gleichheit der Neigungswinkel aller Radien gegen ihre Tangenten, dafs diese beiden Tangenten einander *parallel* seyn müssen. Der gegenseitige Abstand S beider Tangenten wird aber offenbar bestimmt durch:

$$S = D \sin \omega,$$

wenn $\tang \omega = \frac{2\pi}{\log q}$.

Für irgend zwei Diameter D und D' wird daher:

$$D : D' = S : S',$$

und folglich auch, wenn diese Diameter um den Winkel x distant sind:

$$\frac{S'}{S} = q^{\frac{x}{2\pi}}.$$

Diese Abstände gegenüberliegender Tangenten bilden ein sehr brauchbares Beobachtungselement zur Bestimmung des Quotienten q, weil sie sich leicht und genau messen lassen. Auch führen sie auf die Bestimmung der Diameter, deren *directe* Messung nicht wohl zu bewerkstelligen ist, indem

$$D = \frac{1}{\sin \omega} S$$

ist.

3) Die *Radien* lassen sich ebenfalls *nicht* unmittelbar messen, weil der Mittelpunkt der Spirale ganz unsicher ist und nur ganz ungefähr bestimmt werden kann. Ist jedoch ein *Diameter* gefunden worden, so kann man ihn sehr leicht in seine beiden *Radien* zerfällen. Da nämlich:

$$D = r' + r = r(1 + q^{\frac{1}{2}}),$$

so bestimmt sich aus dem gefundenen Diameter:

der kleinere Radius, $r = \frac{1}{1+\sqrt{q}} D$, und

der gröfsere Radius, $r' = \frac{\sqrt{q}}{1+\sqrt{q}} D$

§. 7. Rectification und Quadratur der Conchospirale.

1) Für irgend einen Radius r sey s die Länge des zugehörigen Spiralbogens, oder desjenigen Theiles der Conchospirale, welcher zwischen den Radien a und r enthalten ist. Nach bekannten Regeln bestimmt sich allgemein:

$$ds = \sqrt{r^2 dv^2 + dr^2}.$$

Nun folgt aus der Gleichung:

$$r = a q^{\frac{v}{2\pi}},$$

dafs

$$r dv = \frac{2\pi dr}{\log q}.$$

Substituirt man diesen Werth in der allgemeinen Differentialgleichung des Bogens, so folgt für den Bogen der Conchospirale:

$$ds = \frac{dr\sqrt{4\pi^2 + \log^2 q}}{\log q} = dr\, M,$$

woraus sich durch Integration ergiebt:

$$s = r M + Const.$$

Weil für $r=a$ der Bogen $s=0$ ist, so wird $Const. = -aM$, also:

$$s = (r-a)M$$

$$= a(q^{\frac{v}{2\pi}} - 1)M.$$

Eben so bestimmt sich für irgend einen andern Radius r', welcher dem Kreisbogen $v+x$ entspricht:

$$s' = (r'-a)M$$

$$= a(q^{\frac{v+x}{2\pi}} - 1)M.$$

Setzt man $x = 2\pi$, so folgt die Länge U irgend eines vollständigen, zwischen den Kreisbogen v und $v+2\pi$ enthaltenen Umganges der Conchospirale:

$$U = s' - s = a q^{\frac{v}{2\pi}}(q-1)M.$$

Hieraus ergiebt sich für jede Conchospirale:

Länge des *ersten* Umganges $=a(q-1)M$
- - *zweiten* - $=aq(q-1)M$
- - *dritten* - $=aq^2(q-1)M$
- - *vierten* - $=aq^3(q-1)M$
u. s. w., und allgemein:

Länge des $n$ten Umganges $=aq^{n-1}(q-1)M$.
Die Längen der successiven Umgänge wachsen daher gleichfalls nach einer geometrischen Progression vom Quotienten q.

2) Bezeichnet man den gesammten *Flächenraum*, welchen der Radius Vector bei seinen successiven Umgängen bis zu dem Kreisbogen v beschrieben hat, mit f, so ist das Differential dieses Flächenraums:

$$df=\tfrac{1}{2}r^2\,dv,$$

oder, nach Substitution des Werthes von dv:

$$df=\frac{\pi r\,dr}{\log q}.$$

Hieraus folgt, unter Berücksichtigung, dafs für $r=a$ $f=0$ ist:

$$f=(r^2-a^2)\frac{\pi}{2\log q}.$$

Eben so bestimmt sich für irgend einen andern Radius r' der gesammte, bis dahin beschriebene Flächenraum:

$$f'=(r'^2-a^2)\frac{\pi}{2\log q},$$

und folglich das Areal A des, von *einem* Radius r bis zu dem *andern* Radius r' beschriebenen Flächenraums:

$$A=(r'^2-r^2)\frac{\pi}{2\log q}.$$

Nimmt man an, dafs $r'=rq$, so findet man für das Areal eines vollständigen, von r bis r' reichenden Umganges:

$$A=r^2(q^2-1)\frac{\pi}{2\log q}$$

$$=a^2q^{\frac{v}{\pi}}(q^2-1)\frac{\pi}{2\log q}.$$

Hieraus ergiebt sich für jede Conchospirale, wenn $\frac{\pi}{2 \log q}$ $=N$ gesetzt wird:

Areal des *ersten* Umganges $=a^2(q^2-1)N$
- - *zweiten* - $=a^2q^2(q^2-1)N$
- - *dritten* - $=a^2q^4(q^2-1)N$
- - *vierten* - $=a^2q^6(q^2-1)N$

u. s. w, und allgemein:

Areal des n^{ten} Umganges $=a^2q^{2(n-1)}(q^2-1)N$.

Die Areale der successiven Umgänge wachsen daher nach einer geometrischen Progression, deren Quotient q^2 ist.

§. 8. Innere und äufsere Spirale der Conchylien.

Im Allgemeinen sind mit einem jeden Spiralgehäuse, und daher auch mit einem jeden Ammoniten viele concentrische Conchospiralen gegeben, unter welchen sich jedoch besonders *zwei* auszeichnen, von denen die eine durch den *Rücken* der Windungen, die andere durch die Windungs*naht* bestimmt wird. Ich will sie die *äufsere* und die *innere* Spirale nennen. Beide unterscheiden sich wohl häufig nur durch verschiedene Werthe von a, während ihnen ein und derselbe Werth von q zu Grunde liegt. Die innere Spirale hat dann einen *kleineren* Parameter, als die äufsere Spirale, und beide Werthe, a und α, bestimmen sich durch das Verhältnifs, in welchem die äufseren Umgänge die inneren Umgänge umschliefsen. Daher giebt es auch nur *zwei* Fälle, in denen sich diese beiden Spiralen auf eine einzige reduciren: 1) wenn die Umgänge bis zum *Mittelpunkte* umschliefsend sind, und 2) wenn die Umgänge einander gar nicht umschliefsen, sondern nur berühren.

Viele Ammoniten aber sind durch *verschiedene* Windungsquotienten q und k der äufseren und inneren Spirale charakterisirt, und in ihnen könnten beide Spiralen recht wohl *mit gleichem* Parameter anfangen. Man würde

daher die Ammoniten in monospirale [1]) und diplospirale, und die letzteren wiederum in exosthene- und entosthene eintheilen können, je nachdem die äufsere oder die innere Spirale den gröfseren Quotienten hat.

Jedenfalls aber ist die innere Spirale von der äufseren Spirale durch ein Verhältnifs verschieden, welches zwar auf den ersten Blick leicht übersehen werden kann, dessen ungeachtet aber für die ganze Verfolgung des Problems von der gröfsten Wichtigkeit seyn dürfte.

Dieses Verhältnifs besteht darin, dafs die innere Spirale gegen die äufsere *wenigstens* um einen *ganzen Umgang zurück* ist, dafs also die Naht eines jeden Umganges *nicht* mit den Rücken *desselben* Umganges, sondern mit dem Rücken des *nächst vorhergehenden* Umganges von *gleicher Ordnung* ist. Hieraus folgt denn auch, dafs es für den *ersten* (innersten) Umgang der äufseren Spirale noch gar keine innere Spirale giebt, und dafs diese letztere erst dann ihren Anfang nimmt, wenn jene erstere schon wenigstens *einen* Umgang vollendet hat, und ihren *zweiten* Umgang beginnt.

Es dürfte dieses Verhältnifs möglicherweise in der Verschiedenheit zwischen dem Embryo und dem zur Selbstständigkeit gelangten Thiere begründet seyn. Der Embryo ist vielleicht nur mit der *ersten* Windung ABR (Fig. 11 Taf. I) versehen, in welcher allerdings die Bedingungen zur Entwicklung der ganzen Schale gegeben seyn müssen. Wenn nun aber das selbstständig gewordene Thier wächst, so wird allmälig die *zweite* Windung ausgebildet, und zugleich mit ihr beginnt auch die Ausbildung der Naht abr, welche bei monospiralen Schalen eine Spirale von kleinerem Parameter voraussetzt.

1) Denn eigentlich ist es in diesem Falle *eine und dieselbe* Spirale, welche den Rücken und die Naht bestimmt, nur die Anfangspunkte sind verschieden. Als diplospirale exosthene Ammoniten dürften *A. Reinecci*, *A. tumidus*, als entosthene *A. flexicostatus*, *A. Brodicei*, *A. costatus* bestimmt werden.

Je kleiner der Parameter Ca der Nahtspirale gegen den Parameter CA der Rückenspirale ist, um so weiter umschliefsend sind die Windungen der Schale. Für $Ca=0$ giebt es gar keine Naht, oder die Windungen sind *völlig* umschliefsend bis zum Mittelpunkte, und die innere Spirale *verschwindet*. Je gröfser dagegen Ca wird, um so weniger umschliefsend sind die Umgänge der Schale; für $Ca=CA$ werden die Umgänge nur *anliegend*, und die innere Spirale wird *identisch* mit der äufseren Spirale. Dessen ungeachtet aber mufs sie wenigstens um eine ganze Windung hinter ihr zurückbleiben, wie denn gerade *dieser* Fall die *Nothwendigkeit* solchen Zurückbleibens der inneren Spirale sehr einleuchtend erscheinen läfst.

Wenn angenommen werden kann, dafs für monospirale Ammoniten die Nahtspirale genau um *eine ganze* Windung gegen die Rückenspirale zurück ist, und wenn man mit r den Radius des Rückens, mit ϱ den Radius der Naht für irgend eine Stelle eines und desselben Umganges bezeichnet, so würde:

$$r=aq^{\frac{v}{2\pi}}$$

und:

$$\varrho=aq^{\frac{v-2\pi}{2\pi}}.$$

Für diplospirale Ammoniten werden jedenfalls, wenn auch ähnliche, so doch etwas andere Verhältnisse eintreten [1]).

§. 9 Bestimmung des Windungsquotienten der Ammoniten.

Der Windungsquotient q ist eines der wichtigsten Elemente in der Morphologie der gewundenen Conchy-

1) So lehrt z. B. eine einfache Betrachtung, dafs, wenn die diplospiralen Ammoniten *gleiche* Parameter beider Spiralen haben sollten, die Rückenspirale in den *ento*sthenen Species der Nahtspirale um *zwei Umgänge voraus seyn* mufs.

lien überhaupt und der Ammoniten insbesondere. Es sind besonders zwei Methoden, welche man bei den Ammoniten zu der Bestimmung des Windungsquotienten benutzen kann, je nachdem nämlich quer durchschnittene oder nur ganze Exemplare zu Gebote stehen.

1) *Bestimmung von q und k an quer durchschnittenen Exemplaren.*

Die allergröfste Sicherheit und Genauigkeit für die Bestimmung des Windungsquotienten gewähren die, an quer durchschnittenen Exemplaren anzustellenden Messungen. Man findet gewöhnlich in den Sammlungen viele durchschnittene und geschliffene Exemplare, deren Schnittfläche der Ebene der Windung ungefähr parallel ist. Solche Durchschnitte können für andere Verhältnisse (unter andern auch für die Bestimmung von a) sehr werthvoll seyn; allein für die Bestimmung des Windungsquotienten haben sie keinen besonderen Werth, weil der Durchschnitt *ganz genau* central und rechtwinklich auf der Axe seyn müfste, wenn er etwas nützen sollte, und auch dann immer nur das Gesetz der *äufseren* Spirale erkennen lassen würde.

Dagegen sind die, in den Sammlungen selten vorkommenden Durchschnitte, welche rechtwinklich auf die Ebene der Windung und dabei so genau als möglich central gemacht worden, für den gegenwärtigen Zweck sehr instructiv. Sie lassen, obgleich sie immer nur *ungefähr central* seyn können, dennoch die ganze Anatomie der Form in ihrer wahren Gesetzmäfsigkeit sowohl für die Rückenspirale als auch für die Nahtspirale erkennen, und die Besitzer reicher Sammlungen werden sich um *diesen* Theil der Wissenschaft besonders verdient machen, wenn sie für *jede Species* von einem möglichst vollkommenen und unverdrückten Exemplare dergleichen anatomische Präparate herstellen lassen, und sich dann der Messung derselben unterziehen.

Hat man nämlich einen solchen Querdurchschnitt ei-

eines Ammoniten (Fig. 12 Taf. I) vor sich, so sind offenbar rr, $r'r'$, $r''r''$ u. s. w. *singulodistante* Diameter der *äufseren* Spirale, und $\varrho\varrho$, $\varrho'\varrho'$, $\varrho''\varrho''$ u. s. w. singulodistante Diameter der *inneren* Spirale. Man braucht also nur zwei oder drei solche Diameter zu messen, um den Quotienten q zu bestimmen. Denn nach §. 6 No. 1 ist:

$$\frac{rr}{r'r'}=\frac{r'r'}{r''r''}=q, \text{ und eben so } \frac{\varrho\varrho}{\varrho'\varrho'}=\frac{\varrho'\varrho'}{\varrho''\varrho''}=k.$$

Findet man, dafs $\frac{rr}{r'r'}=\frac{\varrho\varrho}{\varrho'\varrho'}$ ist, so gehört die untersuchte Species zu den monospiralen Ammoniten.

An demselben Querschnitte wird man auch die Umgangshöhen und das Verhältnifs der Umschliefsung oder des Umgriffes mit grofser Genauigkeit messen können.

Die wenigen Messungen, welche ich an einigen Species anstellen konnte, haben mich überzeugt, dafs man auf diese Weise recht genaue Resultate erhält, und dafs nur der *letzte* (mit Gesteinsmasse ausgefüllte) Umgang, in welchem das Thier zuletzt residirte, und die innere Schale noch nicht zur Ausbildung gelangte, nicht immer hinreichend regelmäfsig gebildet oder durch Verdrückung entstaltet zu seyn scheint; daher denn auch dieser Theil der Schale zu Messungen weniger geeignet ist. Uebrigens werden diese und ähnliche Messungen, besonders bei *kleineren* Species, nur dann zu genauen Resultaten führen, wenn man sie mittelst eines besonderen Apparats ausführt, welcher wesentlich aus einem, auf einem Gestelle ruhenden messingenen Lineale besteht, das mit einer Eintheilung versehen ist, und einen Nonius trägt, welcher wiederum mit einem, ein Fadenkreuz enthaltenden Mikroskope verbunden ist. Das Mikroskop sammt dem Nonius mufs durch ein Schraubengewinde an dem Lineale hin und her bewegt werden können [1]).

1) Auch Moseley wendete bei seinen Messungen Vergröfserungsgläser

2) *Bestimmung von q und k an ganzen* (d. h. *nicht* durchschnittenen) *Exemplaren.*

a) Bestimmung des Quotienten q oder k aus den Abständen gegenüberliegender Tangenten.

Wir haben oben in §. 6 No. 2 gesehen, dafs die Abstände je zweier semissodistanter Tangenten den zu zu diesen Tangenten gehörigen Diametern proportional sind. Ist also der Abstand des *einen* Tangentenpaares $= S$ und der Abstand des *andern* Tangentenpaares $= S'$, und bilden die, diesen Tangentenpaaren entsprechenden Diameter D und D' den Winkel x, so wird

$$\frac{S'}{S} = \frac{D'}{D} = q^{\frac{x}{2\pi}}.$$

Es bestimmt sich also:

$$q = \left(\frac{S'}{S}\right)^4$$

oder:

$$q = \left(\frac{S'}{S}\right)^2$$

oder auch:

$$q = \frac{S'}{S},$$

je nachdem die entsprechenden Diameter der gewählten Tangentenpaare quadrodistante, semissodistante oder singulodistante Diameter sind. Fig. 13 Taf. I zeigt, wie man zwei rechtwinklich auf einander stehende (quadrantodistante) S' und S messen kann. Genauere Apparate (z. B. aus einem viereckigen Rahmen mit eingetheilten Rändern bestehend, innerhalb dessen sich ein mit Kreuzfäden versehenes Mikroskop nach zwei auf einander rechtwinklichen Richtungen bewegen läfst) werden sich leicht angeben und ausführen lassen.

Für die *äufsere* Spirale läfst sich diese Methode nicht weiter als bis auf semissodistante Abstände verfol-

an (a. a. O. S. 356), und sie sind in der That unentbehrlich, um genau messen zu können.

gen. Für die *innere* Spirale aber wird man häufig zwei singulodistante Abstände messen können, deren Quotient dann unmittelbar der gesuchte Windungsquotient k ist. Denn alle vorhergehenden Betrachtungen haben für die innere Spirale eben sowohl Gültigkeit, wie für die äufsere Spirale. Uebrigens hat diese Methode wenigstens den Vorzug, vom Mittelpunkte unabhängig und daher vom Fehler der Excentricität befreit zu seyn. Nun versteht es sich von selbst, dafs alle solche Messungen an wohl erhaltenen, unverdrückten und regelmäfsig gestalteten Exemplaren vollzogen werden müssen, wenn sie zu brauchbaren Resultaten führen sollen. Auch mufs der letzte Theil der Schale, in welchem das Thier residirte, wo möglich entfernt werden, weil er den meisten Perturbationen ausgesetzt zu seyn scheint.

b) Bestimmung des Quotienten k aus den Abständen der Windungsnaht.

Diese Methode ist freilich nur für die *innere* Spirale zu gebrauchen, weil die Windungsabstände der äufseren Spirale nicht zu beobachten sind. Sie beruht darauf, dafs die singulodistanten *Abstände* der Windungsnaht nach §. 5, No. 2, eine Progression von *demselben* Quotienten k bilden, wie die singulodistanten *Radien.* Wenn also die Naht nicht durch Gesteinsmasse bedeckt, sondern in mehren Umgängen entblöfst und scharf ausgeprägt ist, so darf man nur zwei oder drei successive Abstände innerhalb desselben Radius Vector messen, um den Werth des Windungsquotienten zu bestimmen.

(Fortsetzung folgt.)

V. *Atomgewicht der Kohle.*

Bekanntlich herrscht seit einiger Zeit über den Werth dieses Atomgewichts eine Differenz unter den Chemikern. Dumas behauptete, er betrage nur 75,9, während Berzelius (Ann. Bd. XXXXVII S. 199) bei sorgfältiger Analyse verschiedener Bleisalze die frühere Zahl 76,438 bestätigt fand. Ganz neuerlich hat Dumas den Gegenstand wieder angeregt, indem er in den *Compt. rend. T. XI p.* 287, die Resultate von 14, in Gemeinschaft mit Hrn. Stafs angestellten Versuchen zu Gunsten seiner Meinung bekannt macht. Bei diesen Versuchen wurden reine Kohle oder sehr kohlenhaltige Substanzen von bekannter Zusammensetzung in Sauerstoff verbrannt, die erhaltenen Gase durch Chlorcalcium und Schwefelsäure getrocknet, und darauf die Kohle successiv in zwei mit Kalilauge und mit zerstofsenem Kali gefüllten Gefäfsen absorbirt.

Auf diese Weise ergaben sich für das Atomgewicht der Kohle folgende Zahlen. Aus der Verbrennung von:

Naphthalin.	Kampher.	Benzoësäure.	Graphit von Ceylon.	Künstl. Graphit aus Roheisen.
75,21	75,1	75,09	74,91	74,87
75,01	75,1	75,06	75,04	74,90
75,08	75,0		74,99	
75,07				

Diese Zahlen beweisen, seiner Meinung nach, dafs das Atomgewicht der Kohle nicht 76,438 sey, sondern 75, also genau das Sechsfache von dem des Wasserstoffs, wie es Prout vor längerer Zeit behauptet hat. Eine weitere Bestätigung dieses Resultats erblickt er in der früheren Analyse des Kalkspaths von Thénard und Biot, in dem von Biot, Arago und De Saussure bestimmten spec. Gewicht des Kohlensäuregases und in einer neueren Analyse des Asphalts von Boussingault.

VI. *Analyse des Eisenperidots, eines neuen vulkanischen Minerals von den Azoren; von L. R. v. Fellenberg.*

Das Mineral, dessen Beschreibung und chemische Untersuchung im Folgenden enthalten ist, wurde von Hrn. R. Gygax auf seiner im Jahre 1838, in Gesellschaft der HH. Hochstetter Sohn von Efslingen und Apotheker Guthnick in Bern, nach den Azoren unternommenen Reise entdeckt, und von da nach Europa gebracht. Hr. Gygax fand dasselbe zuerst auf Fayal bei Horta und an der Ponta de Espalamanca, welche aus einem halbverwitterten, aschgrauen, vulkanischen Gestein besteht, das durch und durch von zum Theil noch erhaltenen und erkennbaren, zum Theil verwitterten Leuciten und Albiten durchsetzt ist. Mehrere Stücke dieses neuen Minerals lagen lose unter Trümmern des verwitterten Gesteins, eins aber fand Hr. Guthnick noch im anstehenden Felsen festsitzend. An der Nordseite der Insel Fayal wurde dasselbe ebenfalls, und zwar von Hrn. Guthnick entdeckt. Dieses Mineral ist aber nicht blofs auf dieser Insel gefunden worden, denn Hr. Gygax sah schöne Stufen davon, eine von der Insel Pico im Cabinet der Mifs Dabeny, und eine von der Ponta de Loma auf Flores, welche Hr. Loriano daselbst gefunden, und welche mit der Gebirgsart verwachsen war, und eingesprengte Olivine enthielt. Das verwitterte vulkanische Gestein, in welchem der *Eisenperidot* vorkommt, führt neben Olivinen auch Halbopal und Edelopal.

Folgendes sind nun die hauptsächlichsten Charaktere dieses Minerals [1]). Es trägt in seinem Aeufseren alle Zeichen eines vulkanischen Productes, denn es bietet eine geflossene Oberfläche dar, welche stellenweise ganz

1) Das offenbar identisch ist mit Gmelin's *Fayalit*. (S. S. 160 d. Bd.)

glatte rundliche Runzeln und Unebenheiten, an a
Stellen aber Blasenräume mit runden und glatten
den enthält. Die Structur des Minerals ist ebenfall
verschiedenartig. Es giebt Stücke die sehr dicht sin
einen feinsplittrigen Bruch zeigen; andere die blasi
zellig sind, stark krystallinisch und von blättrig-s
ger Textur sich zeigen. Die Blasen und Zellen vo
ringem Durchmesser, sind stellenweise sehr in die l
gezogen, wie bei gewissen Bimssteinen, was augens
lich darthut, dafs der Eisenperidot im geschmolzene
stande sich mufs befunden haben. Auf dem frischen
che ist er bräunlich oder graulichschwarz bis pechsch
halbmetallisch bis harzglänzend, und oft lebhaft mi
genbogenfarben spielend. Die geflossene Oberfläcl
wie die Blasenräume, und die längere Zeit den
flüssen der Atmosphäre ausgesetzt gewesene A
seite des Minerals, sind mit einem rostfarbenen U
zug von Eisenoxydhydrat, und stellenweise auch m
nem spangrünem Pulver, das Kupfer enthält, über
In einzelnen sehr seltenen Fällen sind in Blasenrä
unvollkommen ausgebildete Krystalle enthalten,
Form und Winkel aber wegen ihrer Lage nicht bes
werden konnten; stellenweise zeigt sich deutliche
barkeit nach zwei, einen sehr stumpfen Winkel b
den Richtungen; die Spaltungsflächen sind tombak
und zeichnen sich durch deutlichen Harzglanz aus.
wird vom Magnete stark angezogen, doch hat es
Polarität. Es ist härter als Feldspath und weich
Quarz, und ziemlich leicht sprengbar. Sein specif
Gewicht, bei $+15^{0}$ C. bestimmt, ist $=4,1109$ g
den worden.

Vor dem Löthrohre ist es leicht schmelzbar in
grauschwarze, spröde, metallischglänzende Kugel, die
falls dem Magnete folgt. Im Glasröhrchen erhitzt,
es ein sehr sauer reagirendes Wasser in geringer M
ab, dasselbe bringt in salpetersaurem Silber die dem

entsprechende Reaction hervor. Die blasigen und zelligen Theile des Minerals geben beim Erhitzen im Glaskölbchen ein wenig Schwefel, während die dichten durchaus keinen abgeben. Die Bestimmung der Menge des Chlors in dem Minerale wurde wegen der höchst geringen Menge desselben nicht vorgenommen. Schwefelsäure zersetzt dasselbe leicht im Kochen, ohne aber Fluor darin wahrnehmen zu lassen. Auch Borsäure wurde darin nicht entdeckt. Concentrirte Salpetersäure wirkt im Kochen nicht vollkommen zersetzend auf dasselbe; die mit Wasser verdünnte abfiltrirte Lösung mit Chlorbarium vermischt, zeigte geringe Spuren von Schwefelsäure, aber auch nur in so geringer Menge, dafs deren Bestimmung unterlassen wurde.

Das beste Zersetzungsproduct dieses Minerals ist hingegen kalte rauchende Salzsäure, welche dasselbe, unter Abscheidung von gallertartiger Kieselsäure und eines von kalter Salzsäure unzersetzbaren Gemengtheiles, mit Wärmeentwicklung zersetzt. Wird nun dieses Gemenge von Kieselsäure und dem unzersetzten Gemengtheile mit kohlensaurem oder ätzendem Alkali behandelt, so löst sich erstere auf und letzterer bleibt unverändert zurück. Demnach zerfällt die Analyse des Minerals in diejenige von zweien Gemengtheilen, von denen der eine durch Salzsäure in der Kälte zersetzt wird, der andere aber deren Einwirkung selbst im Kochen hartnäckig widersteht.

A) Analyse des zersetzbaren Gemengtheils.

Die qualitativen Versuche, welche mit diesem Minerale vorgenommen wurden, ergaben als dessen Bestandtheile: Eisenoxydul, Kieselerde, Bleioxyd, Kupferoxyd, Kalkerde, Manganoxydul, Thonerde, und auch Spuren von Schwefel und Chlor. Um zu bestimmen, ob das Mineral Eisenoxydul allein oder auch Eisenoxyd enthalte, wurde eine Portion fein zerriebenen Minerals in einer

verschlossenen Flasche mit kalter Salzsäure digerirt, und die Säure mit kohlensaurem Kalk im Ueberschufs behandelt; der kohlensaure Kalk fällte viel Thonerde aus, aber nur höchst unbedeutende Mengen von Eisenoxyd, welches sich auf Kosten der Einwirkung der Luft auf das Eisenchlorür gebildet haben konnte. Ich nahm daher an, das Eisen im zersetzbaren Gemengtheile sey nur als Oxydul in demselben enthalten.

Die quantitative Analyse wurde auf folgende Weise vorgenommen:

1) Es wurden 4,042 Grm. fein zerriebenen Mineralpulvers in einer Porcellanschale mit concentrirter kalter Salzsäure übergossen, und das Gemenge wohl umgerührt; es erhitzte sich schnell, und verwandelte sich in eine grünschwarze steife Gallerte, welche mit etwas verdünnter Salzsäure vermischt und zur vollständigen Abscheidung der Kieselsäure, unter beständigem Umrühren, zur Trockne verdunstet wurde.

Beim Behandeln der trocknen Masse mit Salzsäure und Wasser blieb eine dunkel aschgrau gefärbte Kieselerde zurück, die nach dem Aussüfsen, Trocknen und Erhitzen 1,567 Grm. wog. Die Kieselerde wurde nun durch Digestion mit kohlensaurem Natron und zuletzt mit Aetzkalilösung aufgelöst, wobei ein schwarzes glänzendes Pulver des unlöslichen Gemengtheiles zurückblieb, das nach dem Aussüfsen und Trocknen 0,515 Grm. wog, und also den Gehalt an Kieselerde des zersetzbaren Gemengtheiles zu 1,567 — 0,515 = 1,052 Grm. giebt. Die 4,042 Grm. angewandten Minerals geben also, nach Abzug von 0,515 Grm. unlöslichen Gemengtheiles, das Gewicht des zersetzten zu 3,527 Grm., und die 1,052 Grm. entsprechen 29,827 Proc. Kieselerde.

2) Die von dem Kieselerderückstande abfiltrirte Auflösung, in der das Kupfer und das Blei enthalten seyn mufsten, wurde durch Schwefelwasserstoffgas gefällt, und die sammt vielem Schwefel gefällten Sulphurete abfiltrirt,

gewaschen, getrocknet und mit dem Filter verbrannt, in Salpeteräure gelöst, mit kohlensaurem Kali gefällt und der Niederschlag geglüht; er wog 0,054 Grm. und entspricht 1,531 Proc. Metalloxyde.

3) Die von den Schwefelmetallen abfiltrirte schwefelwasserstoffhaltige Flüssigkeit wurde zur Verjagung des Schwefelwasserstoffgases gekocht und mit Salpetersäure vermischt, um das reducirte Eisensalz zu Chlorid zu oxydiren; hierauf wurde die Flüssigkeit mit ätzendem Ammoniak gefällt. Das geglühte Eisenoxyd wog 2,610 Grm., was 74,0 Proc. entspricht.

4) Die vom Eisenoxyd abfiltrirte Flüssigkeit gab mit oxalsaurem Kali einen geringen Niederschlag von oxalsaurem Kalk, der, als kohlensaurer bestimmt, 0,027 Grm. wog, was 0,0151 Grm. oder 0,428 Proc. Kalkerde entspricht. In der vom Kalksalze abfiltrirten Flüssigkeit war keine Spur von Talkerde zu entdecken.

5) Der Niederschlag No. 3, der der Hauptmasse nach aus Eisenoxyd bestand, wurde in Salzsäure aufgelöst, wobei durchaus gar nichts ungelöst zurückblieb. Die Auflösung wurde mit Aetzkali im Ueberschufs gefällt und gekocht, bis der Niederschlag von Eisenoxyd sich schwer zu Boden setzte. Die alkalische Lösung wurde abfiltrirt, mit Salzsäure neutralisirt und nun die Thonerde durch Ammoniak ausgefällt. Sie wog, nach langem Aussüfsen, Trocknen und Glühen, 0,115 Grm., und entspricht daher 3,269 Proc.

6) Der Niederschlag von Eisenoxyd No. 5 wurde in Salzsäure aufgelöst, die Auflösung sehr genau mit ätzendem Ammoniak neutralisirt und nun durch benzoësaures Ammoniak das Eisen ausgefällt. Nach Absetzung des Niederschlags wurde derselbe auf einem Filter gesammelt und mit Wasser ausgewaschen. Das Filtrat gab mit Schwefelwasserstoffammoniak einen grauweifsen Niederschlag von Schwefelmangan, der auf dem Filter ge-

sammelt und wohl ausgesüfst wurde. Hierauf wur
Schwefelmangan durch Salzsäure zersetzt, und das (
mangan im Kochen mit kohlensaurem Kali gefällt.
kohlensaure Manganoxydul war rein weifs, wurde
schnell braun. Es wurde auf dem Filter gesammel
trocknet und geglüht. Es wog nun als rothes
0,030 Grm., was 0,027 Grm. oder 0,791 Proc. Ma
oxydul entspricht. Zieht man nun 0,030 Grm. Ma
oxyd und 0,115 Grm. Thonerde von 2,601 Grm. a
bleiben 2,465 Grm. Oxyd, die, als Oxydul bere
2,213 Grm. oder 62,746 Proc. Eisenoxydul im lösl
Minerale entsprechen. Die 74,0 Proc. Eisenoxyd, T
erde und Manganoxyd entsprechen also 66,806 Pro
senoxydul, Thonerde und Manganoxydul.

Zieht man die Resultate dieser Untersuchun
sammen, so finden wir den zersetzbaren Gemen
des Minerales zusammengesetzt aus:

Kieselerde	29,827
Eisenoxydul	62,746
Manganoxydul	0,791
Kalkerde	0,428
Thonerde	3,269
Kupfer und Bleioxyd	1,531
	98,592.

Da bei dieser ersten Analyse das Kupferoxyc
Bleioxyd nicht getrennt worden waren, so wurde
eine zweite angestellt, bei welcher genau der gl
Gang der Untersuchung befolgt, und die gleichen
lytischen Methoden angewandt wurden. Bei diese
tersuchung erhielt ich 31,315 Proc. Kieselerde und 7
Proc. Eisenoxydniederschlag, der 66,0623 Proc. E
oxydul, Thonerde und Manganoxydul entspricht.
in dem Minerale enthaltene Blei und Kupferoxyd v
aus der salzsauren Lösung durch Schwefelwasserst
abgeschieden, die Schwefelmetalle auf ein Filter geb

und wohl ausgesüfst; hierauf vom Filter in eine kleine Flasche mit ein wenig Wasser gespült, und mit Chlorgas behandelt, bis der schwarze Niederschlag vollkommen weifs geworden, das Kupfer aufgelöst, und das Blei als schwefelsaures Salz abgeschieden war. Der Inhalt der Flasche wurde in eine Porcellanschale gespült, mit einigen Tropfen Schwefelsäure versetzt, und zur Trockne und Verjagung der Schwefelsäure verdunstet. Das schwefelsaure Kupfer wurde mit etwas Wasser aufgelöst und im Kochen durch Aetzkali gefällt. Das Kupferoxyd wog nach dem Glühen 0,070 Grm., was 0,4019 Proc. entspricht. Das schwefelsaure Blei wurde auf dem Filter gesammelt; es wog 0,072 Grm., was 0,0529 Grm. oder 2,128 Proc. Bleioxyd entspricht. In diesem zweiten Versuche wurde die Kalkerde nicht bestimmt, und das Verhältnifs von Eisenoxydul, Thonerde und Manganoxydul als durch die erste Analyse hinlänglich genau bestimmt angenommen. — In einem dritten Versuche endlich bestimmte ich blofs noch die Menge der Kieselsäure, und fand sie mit dem zweiten Versuche nahe übereinstimmend zu 31,792 Proc. — Eben so läfst sich auch annehmen, dafs in den 1,531 Proc. Kupfer- und Bleioxyd die beiden Oxyde sich im gleichen Verhältnisse befinden mögen, in welchem sie im zweiten Versuche gefunden worden waren. Nimmt man nun, auf diese Betrachtungen gestützt, die Mittelzahlen der erhaltenen Substanzen, so besteht der zersetzbare Gemengtheil des Minerals aus:

Kieselerde	31,044	Sauerstoff	16,127	= 1 At.
Eisenoxydul	62,568	-	14,245	= 1 At.
Manganoxydul	0,788	-	0,177	
Kalkerde	0,428	-	0,120	
Thonerde	3,269	-	1,522	
Bleioxyd	1,708	-	0,127	
Kupferoxyd	0,322	-	0,065	
Chlor und Schwefel	Spuren			
	100,127.			

Die Sauerstoffverhältnisse der gefundenen Metalle stehen zu dem der Kieselsäure nahe im Verhältnifs wie 1 : 1, und die chemische Formel, die sich am ungezwungensten daraus bilden läfst, ist unstreitig: $\dot{F}e^3 \dddot{S}i$; das Mineral wäre also, mit Vernachlässigung der vier letztgenannten Substanzen, ein *Drittel-Eisenoxydulsilicat.* Die übrigen Substanzen mögen mit dem geringen Ueberschufs an Kieselsäure verbunden gewesen seyn. Am einfachsten läfst sich das Kupfer und Blei zum Theil mit Chlor oder Schwefel, zum Theil oxydirt annehmen; ersteres vielleicht auch im gediegenen Zustande, da Hr. Gygax solches auf St. Miguel im gleichen Gesteine antraf.

Vergleichen wir nun die procentiche Zusammensetzung dieses zersetzbaren Minerals mit derjenigen des von Hrn. Prof. Walchner untersuchten Hyalosiderits, so wie mit mehreren von demselben analysirten Eisenfrischschlacken, so finden wir eine überraschende Aehnlichkeit in der Composition dieser Mineralien mit derjenigen des ersteren. Die Analogie in der Zusammensetzung des Hyalosiderits und der krystallisirten Eisenfrischschlacke ist von den HH. Prof. Walchner und Hausmann hinlänglich nachgewiesen worden (Leonhard's Taschenbuch, XIII, S. 41), diejenige zwischen den letzteren und dem oben untersuchten Minerale ergiebt sich durch die Vergleichung der analytischen Resultate:

	No. 1	No. 2.	Mineral.
Kieselerde	32,959	32,346	31,044
Eisenoxydul	61,235	62,042	62,568
Manganoxydul	1,301	2,645	0,788
Talkerde	1,896	1,404	0,000
Kalkerde	0,000	0,000	0,428
Thonerde	1,560	1,024	3,269
Kupferoxyd	0,000	0,000	0,322
Bleioxyd	0,000	0,000	1,708
Kali	0,204	0,285	0,000
	99,155	99,746	100,127.

No. 1 ist eine Eisenfrischschlacke aus einer Hütte von Dax in den Pyrenäen; No. 2 eine Eisenschlacke von der Hütte von Badenhausen am Harze. Der Hauptunterschied in diesen Resultaten besteht darin, dafs Hr. Prof. Walchner das Eisen in den Schlacken als schwarzes Oxyduloxyd annimmt, während mich meine Versuche bestimmt belehrt haben, dafs im Azorischen Minerale das Eisen auf der niedrigsten Oxydationsstufe vorhanden ist.

Nach dem Allen scheint mir nun, das Mineral, dessen Analyse gegeben worden, sey ein neues, bisher unbekanntes; nämlich die natürlich vorkommende Verbindung, welche als Kunstproduct schon längst in den krystallisirten Eisenfrischschlacken bekannt war. Endlich vervollständigt es die Reihe der Eisenoxydul- und Talkerdesilicate der Peridotfamilie, welche im Chrysolith ein Talkerdesilikat mit wenig Eisenoxydul vorstellend, im Olivin schon mit mehr Eisenoxydul auftritt, dessen Gehalt im Hyalosiderit noch bedeutender wird, und endlich im untersuchten Minerale die Talkerde vollständig verdrängt und durch Eisenoxydul ersetzt.

Daher wage ich dem neuen Minerale den Namen *Eisenperidot* beizulegen, welcher zugleich die Art der Zusammensetzung desselben, dessen hauptsächlichsten Bestandtheil und die Verwandtschaft desselben mit der vulkanischen Peridotfamilie ausdrückt.

B. Analyse des nicht zersetzbaren Gemengtheiles.

In dem unlöslichen Gemengtheile wurden durch vorläufige Versuche gefunden: Eisenoxydul, Kieselerde, Thonerde, Talkerde, Kalkerde, Kupferoxyd und Bleioxyd. Folgendes war der Gang der Analyse:

1) Man glühte 0,572 Grm. wohl getrockneten fein geriebenen Mineralpulvers in einem Silbertiegel mit Kalihydrat, bis es zersetzt zu seyn schien; die lange geglühte Masse wurde in Wasser gebracht, mit Salzsäure

übersättigt und zur Abscheidung der Kieselsäure zur Trockne verdunstet. Die Masse wurde nun mit Salzsäure und Wasser behandelt, welches die Salze auflöste, und Kieselerde zurückliefs, die nach dem Trocknen und Glühen 0,176 Grm. oder 30,769 Proc. wog; diese Kieselerde enthielt noch unzersetztes Mineralpulver, und wurde daher weiter untersucht. (Siehe sub No. 7.)

2) Die von der Kieselerde abfiltrirte Flüssigkeit wurde mit Salmiak versetzt und mit Ammoniak gefällt. Der Niederschlag wog nach dem Glühen 0,356 Grm., was 61,189 Proc. entspricht. Er wurde in Salzsäure aufgelöst, wobei Kieselsäure ungelöst zurückblieb, die 0,0018 Grm. wog, was 3,146 Proc. entspricht. Das Eisenoxyd wurde mit Ammoniak niedergeschlagen, der Niederschlag wog nach dem Trocknen und Glühen 0,322 Grm.; in der vom Eisenoxyd getrennten Flüssigkeit war noch Kalkerde enthalten.

3) In diese Flüssigkeit wurde nun oxalsaures Kali gebracht, welches nach einiger Zeit einen geringen Niederschlag hervorbrachte, der, gesammelt und als kohlensaures Salz bestimmt, 0,028 Grm. wog, was 0,0157 Grm. oder 2,755 Proc. Kalkerde entspricht.

4) In der vom Kalk abfiltrirten Auflösung brachte phosphorsaures Natron einen bemerklichen Niederschlag von phosphorsaurer Talkerde hervor, der nach dem Trocknen und Glühen 0,115 Grm. wog, und 0,04217 Grm. oder 7,372 Proc. Talkerde entspricht.

5) Die von der Talkerde getrennte Flüssigkeit war blau gefärbt; mit Schwefelwasserstoffgas behandelt, gab sie Schwefelkupfer, das in Salpetersäure aufgelöst und mit Aetzkali gefällt wurde, und 0,012 Grm. oder 2,097 Proc. Kupferoxyd gab.

6) Das Eisenoxyd No. 2 wurde in Salzsäure wieder aufgelöst, und nun mit einem Ueberschufs von Aetzkali gefällt und gekocht. Der Niederschlag wurde abfiltrirt und sorgfältig mit kochendem Wasser ausgesüſst

hierauf in Salzsäure aufgelöst, mit Ammoniak genau neutralisirt und mit benzoësaurem Ammoniak gefällt. Die vom Niederschlag abfiltrirte Flüssigkeit wurde mit kohlensaurem Kali gekocht, wobei kein Manganoxydul, sondern Talkerde gefällt wurde, die nach dem Trocknen und Glühen weifs war, und 0,038 Grm. wog, was 6,643 Proc. entspricht. Die vom Eisenoxyd abfiltrirte alkalische Auflösung wurde mit Salzsäure übersättigt, hierauf mit Ammoniak, die aufgelöste Thonerde ausgefällt, nach gehörigem Aussüfsen dieselbe noch einmal in Salzsäure gelöst und mit Ammoniak niedergeschlagen. Der Niederschlag wog nach dem Trocknen und Glühen 0,043 Grm., was 7,517 Proc. entspricht. — Zieht man nun 0,038+0,043 Grm. Talkerde und Thonerde von 0,332 Grm. ab, so bleiben 0,251 Grm. Eisenoxyd, die 0,22534 Grm. Oxydul entsprechen, was den Eisenoxydulgehalt auf 39,395 Proc. bringt. Diese Resultate zusammengezogen, geben nun:

Kieselerde und unzersetztes Mineral	30,769
Kieselerde (No. 2)	3,146
Talkerde (No. 4)	7,372
dito (No. 6)	6,643
Kalkerde (No. 3)	2,755
Kupferoxyd (No. 5)	2,097
Eisenoxydul (No. 6)	39,395
Thonerde (No. 6)	7,517
	99,694.

7) Um nun die Zusammensetzung des Gemenges von Kieselerde und unzersetztem Mineral kennen zu lernen, wurden die erhaltenen 0,176 Grm. in rauchender Fluorwasserstoffsäure aufgelöst und die Auflösung mit Schwefelsäure zur Trockne verdunstet. Die mit Salzsäure befeuchtete Masse löste sich vollkommen klar in Wasser auf, und gab, nach den oben beschriebenen Trennungsmethoden behandelt:

Eisenoxydul	10,470
Talkerde	4,644
Thonerde	1,993
Bleioxyd	0,524
Kieselerde aus dem Verlust	13,138
	30,769.

Vereinigt man nun die früher erhaltenen Resultate mit diesen hier, so findet man den unzersetzbaren Gemengtheil des azorischen Minerals zusammengesetzt wie folgt:

Kieselerde	16,284
Thonerde	9,510
Eisenoxydul	49,865
Talkerde	18,659
Kalkerde	2,755
Kupferoxyd	2,097
Bleioxyd	0,524
	99,694.

Das zu dieser Analyse dienende Material war von den unlöslichen Rückständen der drei oben angeführten Analysen geliefert worden, wozu die dichtesten, am wenigsten krystallinischen Stücke rohen Minerals angewandt worden waren. Um nun eine zweite Analyse dieses unzersetzbaren Gemengtheiles vorzunehmen, wurde dieſsmal eine sehr blasige, sehr stark krystallinische Portion Minerals mit kalter Salzsäure und Aetzkalilauge behandelt, um den unzersetzbaren Gemengtheil zu erhalten.

Die Analyse desselben wurde ganz auf gleiche Weise, wie oben beschrieben worden, vorgenommen; nur blieb nach der Behandlung der Kieselerde mit Fluſssäure nichts als eine Spur Chlorsilber zurück, die dieselbe schwach gelb gefärbt hatte, und dessen Gewicht von dem der Kieselerde abgezogen wurde. Das Resultat dieser zweiten Analyse war nun folgendes:

Kie-

Kieselerde	12,748
Thonerde	23,548
Eisenoxydul	57,177
Talkerde	0,335
Kalkerde	1,997
Kupferoxyd	2,296
Bleioxyd	1,842
	99,943.

Die aufserordentliche Verschiedenheit in den beiden angeführten Resultaten kann nur in einer sehr verschiedenen Zusammensetzung der unzersetzbaren Gemengtheile ihren Grund haben; denn die Analysen wurden mit der gleichen Sorgfalt, und bis auf das Kupfer und Bleioxyd, die aus der salzsauren Lösung durch Schwefelwasserstoffgas gefällt wurden, nach den gleichen Methoden ausgeführt. In diesen beiden Analysen wurde keine Spur von Manganoxydul im unzersetzbaren Gemengtheile gefunden. Der grofse Unterschied im Talkerdegehalt, so wie im Thonerdegehalt, liefs auf mechanische Einmengungen von Olivin, Augit oder Hornblende schliefsen, welche in vulkanischen Producten zu fehlen scheinen. Was wiederum das Kupferoxyd und das Bleioxyd in diesem Minerale anlangt, so ist auch wahrscheinlich, dafs diese beiden Metalle der kieselsauren Eisenoxydulverbindung fremd, als Schwefel- oder Chlormetalle vorhanden sind. Wegen dieser grofsen Verschiedenheiten habe ich auch unterlassen zu versuchen, die Zusammensetzung derselben auf bestimmte chemische Verbindungen zurückzuführen. Im Mittel aus meinen verschiedenen Versuchen fand ich das azorische Mineral zusammengesetzt aus 86 Proc. Eisenperidot und 14 Proc. des unzersetzbaren Gemengtheiles; und um nicht mehrere neue Namen in die Mineralogie einzuführen, scheint es mir gerathen, den Namen *Eisenperidot* überhaupt auf das ganze Mineral überzutragen.

Bern, den 16. Mai 1840.

VII. *Der Greenockit, ein neues Mineral; von J. Brooke und A. Connell.*

Der Greenockit, so genannt nach Lord Greenock, seinem Entdecker, findet sich bei Bishopton, in Renfrewshire, in einem porphyrischen und mandelsteinartigen Trappfels, der Feldspathkrystalle, mandelsteinartige Stücke von Kalkspath, Grünerde u. s. w. enthält, oft auch Höhlungen mit Prehnit, und auf der traubenartigen Oberfläche dieses Minerals oder zerstreut innerhalb der faserigen Masse desselben kommt der Greenockit vor. — Er ist honiggelb und orangeroth, selten in's Braune neigend, hat einen röthlich orangefarbenen Strich, einen lebhaften, harzigen, etwas diamantartigen Glanz, und ist halb durchscheinend bis halb durchsichtig; Härte =3,5, spec. Gewicht =4,8. Er ist krystallisirt, in kurzen 6seitigen Prismen mit den Flächen zweier Pyramiden und einer geraden Endfläche [1]). — In einem Glasrohre erhitzt verknistert er und nimmt eine schöne karminrothe Farbe an, die er aber beim Erkalten gegen seine gelbe wieder vertauscht. Bei Rothglühhitze giebt er keine Feuchtigkeit aus, schmilzt weder, noch verflüchtigt er sich. Vor dem Löthrohr decrepitirt er ebenfalls und liefert die bekannten Reactionen des Kadmiums. — Gepülvert löst er sich in warmer Salzsäure auf, unter starker Entwicklung von Schwefelwasserstoffgas. Bei Abdampfung dieser Lösung erhält man weifse Krystalle, die nicht zerfliefsen, und, in Wasser gelöst, mit kohlensauren Alkalien einen, bei Ueberschufs des Fällmittels wieder verschwindenden weifsen, so wie mit Schwefelwasserstoff einen gelben Niederschlag liefern, nach dessen Absonderung, auf Neutralisation der Flüssigkeit mit Ammoniak, sich nur einige leichte Flokken von Eisenoxyd absetzen. Das Mineral besteht also aus Kadmium und Schwefel. Eine Analyse, bei der es mit rauchender Salpetersäure zersetzt, die gebildete Schwefelsäure durch Baryt niedergeschlagen, und, nach Entfernung des überschüssigen Baryts, das Kadmiumoxyd durch Fällen mit kohlensaurem Ammoniak und Glühen bestimmt wurde, gab auf 3,71 Gran des Minerals 0,837 Gr. Schwefel und 2,868 Gr. Kadmium. Darnach ist es CdS. (Jameson's *Journ. Vol. XXVIII p.* 390 und 392.)

1) *Nach Forbes (Ph. M. Vol.* 17 *p.* 8.) haben die Krystalle *eine* optische Axe, gehören also zum prismatischen oder rhomboëdrischen System.

VIII. *Ueber die Zersetzung der in der Natur vorkommenden Aluminate; von Heinrich Rose.*

Es ist besonders Hr. Abich, der sich in neueren Zeiten mit der Untersuchung der in der Natur vorkommenden Aluminate, des Spinells, des Pleonasts, des Gahnits und der Mineralien von analoger Zusammensetzung beschäftigt hat, und dem wir eine richtige Kenntnifs derselben verdanken [1]). Er wandte mit dem glücklichsten Erfolge zur Zersetzung dieser so schwer aufzuschliefsenden Substanzen die kohlensaure Baryterde an, mit welcher er das gepulverte Mineral in einem Sefström'schen Ofen bei starker Weifsglühhitze behandelte.

Später bediente sich Hr. Abich auf gleiche Weise der kohlensauren Baryterde auch zur Zerlegung von solchen kieselsauren Verbindungen, welche der Einwirkung der Säuren widerstehen, und in welchen ein alkalischer Bestandtheil vermuthet werden kann [2]). Eine Reihe von Mineralien, welche zur Feldspathfamilie gezählt werden, sind von ihm analysirt worden, nachdem er sie durch kohlensaure Baryterde in der Weifsglühhitze aufgeschlossen hatte.

Ich glaube, dafs die meisten Chemiker sowohl den Gebrauch der salpetersauren Baryterde, welche zuerst mein Vater zur Analyse des Feldspaths und überhaupt solcher Silicate anwandte, die durch Säuren nicht zerlegt werden können [3]), als auch den der kohlensauren

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XXIII S. 305.

2) Ebend. Annalen, Bd. L S. 125.

3) *Scheerer's allg. Journ. der Chemie*, Bd. VIII S. 241.

Baryterde, welche später Gehlen zu demselben Zwecke vorschlug [1]), verlassen haben, nachdem Berzelius die wäſsrige Fluorwasserstoffsäure zur Bestimmung der alkalischen Bestandtheile in den Silicaten eingeführt hat.

In der That giebt diese Methode so genaue Resultate, und erfordert, wenn man mit den gehörigen Platingeräthschaften versehen ist, so wenig auſsergewöhnliche Apparate und Localitäten, daſs gewiſs nur wenige Chemiker den Vorschlag des Hrn. Abich befolgen werden, zur Zerlegung der Silicate sich eines Sefström'schen Ofens bei Anwendung von kohlensaurer Baryterde zu bedienen. Und wenn auch bei der Analyse vermittelst der Fluorwasserstoffsäure die Kieselsäure des Minerals durch eine besondere Untersuchung bestimmt werden muſs, so geschieht diese so leicht, wenn man sich dazu eines kohlensauren Alkalis bedient, daſs beide Analysen, die vermittelst Fluorwasserstoffsäure und die durch kohlensaures Alkali, weit weniger Zeit und Umstände erfordern, und unter gleichen Bedingungen wohl genauere Resultate geben als die vermittelst der kohlensauren Baryterde. Besonders aber ist dieſs der Fall, wenn die zu untersuchende Verbindung viel Kalkerde enthält, die schwer von der Baryterde zu trennen ist.

Aber auch bei der Zerlegung der in der Natur vorkommenden Aluminate, welche so schwer und unvollkommen durch kohlensaures Alkali und selbst durch Kalihydrat zersetzt werden, welche auch der Einwirkung der Fluorwasserstoffsäure widerstehen, und bei denen Hr. Abich die kohlensaure Baryterde mit so vielem Erfolge angewandt hat, kann letztere völlig entbehrt werden. Denn diese Mineralien werden so auffallend schnell und so vollständig im gepulverten Zustande durch Schmelzen mit zweifach schwefelsaurem Kali zerlegt, daſs man sich desselben in Zukunft gewiſs immer zur Zersetzung derselben bedienen wird.

1) *Schweigger's* Beiträge zur Chemie und Physik, Bd. III S. 191.

Ich wandte das zweifach schwefelsaure Kali zuerst bei der Analyse des *Chlorospinells* von Slatousk an, eines Minerals, das von meinem Bruder beschrieben worden ist, welcher auch die Resultate meiner Analysen bereits mitgetheilt hat [1]). Das Mineral wurde in einem Stahlmörser zum feinen Pulver gebracht, und von demselben das Gröbere durch sehr feinen Linon vom Feinsten getrennt. Letzteres wurde, ohne vorher in einem Agat-, Feuerstein- oder Calcedon-Mörser gerieben worden zu seyn, in einem geräumigen Platintiegel mit einem Ueberschufs von zweifach schwefelsaurem Kali durch die Flamme einer Spirituslampe mit doppeltem Luftzuge vorsichtig geschmolzen; das Schmelzen wurde so lange fortgesetzt, bis die Masse ruhig flofs und das Pulver sich vollständig aufgelöst hatte. Es war dazu nur eine Viertelstunde erforderlich. Nach dem Erkalten trennte sich der geschmolzene Kuchen mit der gröfsten Leichtigkeit vom Platintiegel; er wurde in demselben umgekehrt und noch einmal mit einem kleinen Zusatz von concentrirter Schwefelsäure umgeschmolzen, eine Vorsicht, welche überflüssig ist, wenn das Pulver des Minerals von gehöriger Feinheit angewandt wird. Der geschmolzene Kuchen löste sich vollständig im Wasser zu einer vollkommen klaren Flüssigkeit auf, in welcher die Bestandtheile des Minerals nach bekannten Methoden bestimmt wurden. Nur eines Umstandes will ich bei dieser Analyse erwähnen, obgleich er vielleicht bekannt seyn könnte. Wenn die Thonerde ein nur etwas bedeutender Bestandtheil einer Verbindung ist, so ist es durchaus nothwendig, wenn man nicht einen ziemlich bedeutenden Ueberschufs im Resultate haben will, dieselbe noch einmal in Chlorwasserstoffsäure aufzulösen und durch kohlensaures Ammoniak zu fällen. Es ist diefs besonders bei der Anwendung des zweifach schwefelsauren Kalis nothwendig, da gerade die Salze der feuerbeständigen Alkalien so schwer

1) Poggendorff's *Annalen*, Bd. L S. 652.

durch Auswaschen von der gefällten Thonerde voll
men zu trennen sind.

Die Resultate von zwei Analysen waren folger

	I.	II.
Talkerde	26,77	27,49
Kalkerde	0,27	—
Kupferoxyd	0,27	0,62
Thonerde	64,13	57,34
Eisenoxyd	8,70	14,77
	100,14	100,22

Die Zusammensetzung des Chlorospinells ist des
interessant, als derselbe ein Aluminat ist, in welc
die Thonerde durch Eisenoxyd ersetzt wird. Die l
stalle einer und derselben Stufe sind, wie die Resu
der Analysen ergeben haben, verschieden in sofern
sammengesetzt, als sie bald mehr oder weniger Ei
oxyd, das einen aequivalenten Antheil von Thon
ersetzt, enthalten. — Es ist diefs das erste Beispiel
ter den in der Natur vorkommenden Aluminaten,
Thonerde durch Eisenoxyd ersetzt wird.

Dafs das Eisen als Oxyd, und nicht als Oxydu
Minerale enthalten ist, ergiebt sich mit Bestimmtheit
der Zusammensetzung. Man ist zwar früher ziemlich
gemein der Meinung gewesen, dafs die grüne Farbe n
durch Eisenoxyd, sondern durch Eisenoxydul erz
würde; man hat indessen in neueren Zeiten mehrere
senoxydsalze, wie z. B. das oxalsaure Eisenoxyd-
und Natron dargestellt, welche bei einem Gehalte
Eisenoxyd eine ähnliche grüne Farbe besitzen, wie
Chlorospinell.

Bei der Analyse des Chlorospinells war mir ein
stand aufgefallen. Alle Chemiker, welche sich mit
Untersuchung von den in der Natur vorkommenden
minaten beschäftigt haben, geben Kieselerde als e
Bestandtheil, zuweilen sogar als einen nicht unbetr

lichen derselben an. Auch selbst Abich hat in allen einen geringen Kieselerdegehalt gefunden, obgleich wir vorzüglich durch seine Untersuchungen wissen, dafs die Kieselerde wohl nur einen unwesentlichen Bestandtheil in diesen Aluminaten ausmachen kann. Unter den Bestandtheilen des Chlorospinells konnte ich hingegen nicht Kieselerde auffinden, obgleich derselbe im Talkschiefer, also in einem Silicate, eingewachsen ist. Ich habe auch angeführt, dafs wenn das Pulver des Chlorospinells mit saurem schwefelsauren Kali zusammengeschmolzen wird, die geschmolzene Masse sich vollständig im Wasser zu einer klaren Flüssigkeit auflöst. Wäre auch nur eine geringe Menge von Kieselerde darin, so müfste sie ungelöst bei der Behandlung mit Wasser zurückbleiben.

Diefs brachte mich auf die Vermuthung, dafs die Kieselerde nicht ursprünglich in den in der Natur vorkommenden Aluminaten enthalten sey, sondern vielleicht nur durch Behandlung des Mineralpulvers in einem Agatmörser von der Masse des letzteren abgerieben seyn könnte. Eine Reihe von Untersuchungen, die ich deshalb anstellte, bestätigten meine Vermuthung vollkommen.

Bei der Analyse des *Corunds* aus China hatte Klaproth [1]) denselben im Stahlmörser gestofsen, und darauf das Pulver in einer Reibschale aus Feuerstein mit Wasser auf's Feinste gerieben. 100 Gran des Pulvers vermehrten sich dadurch um $10\frac{1}{2}$ Gran, die aus Kieselerde bestehen mufsten, welche vom Mörser abgerieben waren. Offenbar ist die Menge der abgeriebenen Kieselerde wohl noch gröfser gewesen; denn es ist schwer oder wohl unmöglich, mit vollkommener Genauigkeit das Steinpulver wieder zu wägen, wenn es mit Wasser im Feuersteinmörser gerieben worden ist. Bei der Analyse der $110\frac{1}{2}$ Gran des Steinpulvers erhielt Klaproth 17 Gran Kieselerde, von welchen er jene $10\frac{1}{2}$ Gran abzog und

1) Beiträge, Bd. I S. 69.

den Gehalt der Kieselerde im Mineral zu 6½ Proc. bestimmte.

Beim *Corund* aus Bengalen [1]) betrug die Gewichtsvermehrung von 100 Gran, die im Stahlmörser gestofsen worden waren, durch Reiben im Feuersteinmörser 11 Gran. Er erhielt bei der Analyse 16½ Gran Kieselerde, und bestimmte daher den Gehalt der Kieselerde zu 5½ Procent.

Als Klaproth den orientalischen *Sapphir* [2]) auf gleiche Weise im Feuersteinmörser gerieben hatte, erhielt er dadurch eine Gewichtsvermehrung von 12½ Gran auf 100 Gran. Er erhielt bei der ferneren Untersuchung nur 11¾ Gran Kieselerde, welche Menge nicht einmal der durch's Abreiben erhaltenen Gewichtsvermehrung gleich kam, weshalb Klaproth im Sapphir keine Kieselerde annahm.

Ich untersuchte zwei Arten von Corund; der eine hatte eine beinahe weifse, der andere eine bräunliche Farbe. Sie wurden beide im Stahlmörser zum feinsten Pulver gebracht und das erhaltene Pulver durch Linon gesiebt, aber nicht im Agatmörser gerieben. Wurde das Pulver beider Arten des Corunds auf die oben beschriebene Weise mit saurem schwefelsauren Kali geschmolzen, so löste sich die geschmolzene Masse vollständig im Wasser zu einer klaren Flüssigkeit auf.

Wurde dem feinen Pulver des Corunds auch nur ein Procent Kieselerde hinzugesetzt und die Mengung auf gleiche Weise mit saurem schwefelsauren Kali geschmolzen, so blieb bei der Auflösung der geschmolzenen Masse in Wasser die hinzugesetzte Kieselerde ungelöst zurück.

Wurde der Corund, nachdem er im Stahlmörser zum feinsten Pulver gebracht worden war, im Agatmörser mit Wasser längere Zeit gerieben, darauf getrocknet

1) Beiträge, Bd. I S. 74.

2) Beiträge, Bd. I S. 81.

und mit saurem schwefelsauren Kali geschmolzen, so wurde eine geschmolzene Masse erhalten, welche sich nur mit Hinterlassung von Kieselerde im Wasser auflöste.

Bisweilen wurde nach dem Zusammenschmelzen des Corunds mit saurem schwefelsauren Kali die Masse nicht vollständig im Wasser gelöst. Diefs fand indessen nur dann statt, wenn das Pulver nicht fein genug war. Das Unaufgelöste konnte durch öfteres Schmelzen mit saurem schwefelsauren Kali vollständig aufgeschlossen werden.

Es erhellt hieraus, dafs der Corund keine Spur von Kieselerde enthält, und dafs die Kieselerde, welche Klaproth bei der Untersuchung desselben fand, entweder vom Abreiben vom Feuersteinmörser, oder vielleicht auch zum Theil aus dem nicht völlig reinen Kalihydrat, das zum Aufschliefsen des Minerals, und dem kohlensauren Kali, das zur Fällung der Thonerde angewandt wurde, herrührte.

Da der Corund sich so frei von Kieselerde erwies, so unterliefs ich es, den Sapphir und Rubin auf eine ähnliche Weise zu prüfen.

Bei der Untersuchung des *Spinells* aus Ceylon erhielt Klaproth [1]), als er das im Stahlmörser gepulverte Mineral im Feuersteinmörser mit Wasser rieb, eine Gewichtsvermehrung von 9 Gran auf 100 Gran. Diese gaben bei der Analyse 24½ Gran Kieselerde, so dafs Klaproth einen sehr beträchtlichen Gehalt von Kieselerde, 15½ Proc., im Spinell annahm. Es ist möglich, dafs die von ihm ausgeschiedene Kieselerde nicht ganz rein gewesen seyn mag. War sie rein, so rührte sie vielleicht theils vom Mörser, theils aber auch wohl vom angewandten Kali her.

Vauquelin [2]), der im Spinell zuerst Chromoxyd

1) Beiträge, Bd. II S. 5.

2) Scheerer's allg. Journ. der Chemie, Bd. II S. 27.

fand, hielt die bei der Untersuchung erhaltene Kieselerde für solche, die vom Mörser abgerieben worden war, und giebt keine als zu den Bestandtheilen des Minerals gehörig an.

Abich, dem wir die neueste Analyse des orientalischen Spinells verdanken, giebt darin nur 2,02 Proc. Kieselerde an. Er führt nicht bei dieser Analyse besonders an, ob das im Stahlmörser erhaltene Pulver ferner im Agatmörser unter Wasser gerieben wurde; es ist indessen wahrscheinlich, dafs diefs geschehen sey, und dafs auf diese Weise die Kieselerde mit dem Steinpulver gemengt wurde.

Berzelius untersuchte vor sehr langer Zeit zuerst den Spinell von Åker in Schweden [1]). Das Mineral wurde im Porphyrmörser zerrieben, und dadurch eine Gewichtsvermehrung von 4 Gran auf 82 Gran erhalten. Diese, abgezogen von der bei der Analyse erhaltenen Kieselerde, gaben einen Gehalt von 5,48 Proc.

Abich, der diese Analyse in neuerer Zeit wiederholte, fand darin 2,25 Proc. Kieselerde.

Obgleich der Spinell von Åker sehr unrein ist, und nicht nur mit kohlensaurem Kalke, von dem er leicht durch Säuren getrennt werden kann, sondern auch mit Silicaten, namentlich mit Glimmer, innig gemengt sich findet, so zeigt doch das im Stahlmörser gepulverte Mineral, mit saurem schwefelsauren Kali geschmolzen, keine Kieselerde. Die geschmolzene Masse löst sich vollständig im Wasser auf. Bisweilen bleibt dabei eine unwägbare Menge ungelöst, doch nur dann, wenn der Spinell nicht vollständig von den Silicaten getrennt worden war. — Ich unterliefs es, den orientalischen Spinell auf Kieselerde zu prüfen.

Im *Gahnit* von Fahlun gab Ekeberg, der ihn zuerst untersuchte, 4,75 Kieselerde an [2]). Er hatte das

1) *Afhandlingar i Fysik, Kemi och Mineralogi, Bd. I S.* 99.
2) *Afhandlingar, Bd. I S.* 91.

Mineral nur in einem eisernen Mörser gestofsen, nicht im Agatmörser zerrieben. Wahrscheinlich rührte daher der Kieselerdegehalt vom angewandten Kali her.

Vauquelin [1]) erhielt bei einer, wohl nur flüchtig angestellten Analyse des Gahnits 4 Procent Kieselerde; Abich fand darin 3,34 Procent Kieselerde, und in einem Gahnit von Amerika 1,22 Procent. Wurden indessen vollkommen reine Krystalle des Gahnits auf die schon oft erwähnte Weise mit saurem schwefelsauren Kali behandelt, so löste sich die geschmolzene Masse vollständig in Wasser auf; das Mineral enthält daher keine Kieselerde.

Es ergiebt sich aus diesen Versuchen, dafs die in der Natur vorkommenden Aluminate, obgleich sie häufig mit Silicaten vorkommen, frei von Kieselerde sind, und dafs alle Kieselerde, welche man früher bei den Analysen derselben gefunden hat, theils durch's Abreiben vom Mörser, theils auch vielleicht von dem bei der Analyse angewandten Kali herrührt.

So vortheilhaft das saure schwefelsaure Kali zur Untersuchung der auf andere Weise so schwer zu zersetzenden Aluminate angewandt werden kann, so wenig kann dasselbe zur Analyse der Silicate benutzt werden, die der Einwirkung der Säuren widerstehen. Ich habe indessen nur das Pulver vom Feldspath durch dasselbe zu zersetzen versucht, ein Mineral, das so leicht durch Schmelzen mit kohlensaurem Alkali aufgeschlossen werden kann. Durch das Zusammenschmelzen mit saurem schwefelsauren Kali wurde der Feldspath nur zu einem sehr geringen Theile zersetzt. Es zeigt sich hierdurch, welch eine ungleich stärkere Säure die Kieselerde ist, als die Thonerde wenn diese als Säure auftritt. Denn nur dadurch, dafs die Thonerde gegen Schwefelsäure sich immer als Base verhält, wird die Zerlegung der Aluminate durch saures schwefelsaures Kali so leicht bedingt. Die Kieselerde hinge-

1) Gehlen's Journal für Chemie und Physik, Bd. II S. 38.

gen ist gegen Schwefelsäure nie Base, und deshalb werden die Silicate, besonders die, welche viel Kieselerde enthalten, so schwer durch saures schwefelsaures Kali zerlegt.

IX. *Beschreibung anomal gebildeter Schwefelkieskrystalle; vom Prof G. Suckow in Jena.*

Köhler, G. Rose, so wie auch ich, haben schon früher einmal in diesen Annalen auf Deformitäten des gleichaxigen Schwefelkieses aufmerksam gemacht [1]), welche theils unterbrochene Raumerfüllungen, theils endlich auch ungleiche Ausdehnungen ursprünglich gleichwerthiger Flächen betroffen. Dafs aber aufser den daselbst erwähnten Unvollkommenheiten auch noch andere dergleichen Verhältnisse am Schwefelkiese realisirt sind, davon überzeugten mich mehrere auf Lobensteiner Spatheisensteindrusen aufgewachsene Individuen, deren nähere Bestimmung und bildliche Darstellung zur Vermeidung mancher Fehlschlüsse nicht überflüssig seyn dürfte. Folgende Abnormitäten sind es, welche ich beobachtete:

1) *Verzerrungen des Octaëders* (=O) in der Weise, welche so häufig auch am Bleiglanze, Rothkupfererze und Alaunen vorkommt, dafs nämlich in der Richtung einer trigonalen Zwischenaxe eine starke Verkürzung stattfindet, und dadurch die Flächen sich in zwei scheinbar verschiedene Inbegriffe absondern, von denen der eine ein Rhomboëder, der andere die zugehörige basische

1) Nämlich Köhler in der Abhandlung über den Strahlkies von Grofsallmerode in Hessen, Bd. XIV S. 91; G. Rose in dem Aufsatze über eine ungewöhnliche Form des Schwefelkieses, ebendas. S. 97; und ich in der Beschreibung anomaler Bildungen des Schwefelkieses, Bd. XXIX S. 502.

Fläche darstellt. Das Octaëder erscheint nämlich wie ein tafelartiges Segment, und zwar als sechsseitige Tafel mit abwechselnd schief angesetzten Randflächen, überhaupt wie Fig. 14 Taf. I.

Die aufserdem auf diesen Spatheisensteinen vorkommenden interessanten octaëdrischen Combinationen des Schwefelkieses mit den achtflächigen Zuspitzungen der Ecken ($= O . 3O\frac{3}{2}$) sind zwar auch, und zwar in sofern verzerrt, als sie nach einer ihrer rhombischen Zwischenaxen verlängert erscheinen, doch ist diese Verzerrung nicht so monströs als die vorige.

2) *Verzerrung der hexaëdrischen Combinationen mit dem Octaëder* ($= \infty O \infty$). Das Hexaëder ist nämlich in der Richtung einer Hauptaxe dergestalt verlängert, dafs seine Flächen an und für sich ebenfalls zwei scheinbar verschiedene Flächeninbegriffe darstellen, welche den 2- und 1axigen Combinationen $\infty P . oP$ entsprechen, und die octaëdrischen Flächen den Krystallen das Ansehen der Combination $\infty P \infty P . oP$ ertheilen, wie Fig. 15 Taf. I darstellt. Mitunter sind mehrere, auf diese Weise verzerrte Individuen dieser Combination in der Richtung der scheinbaren 2- und 1axigen Hauptdimension mit einander verwachsen, so dafs die in diesem Falle untergeordnete Endfläche oP verschwindet, und der Gedanke an eine Verzerrung des Rhombendodecaëders in der Richtung einer Hauptaxe aufkommen kann, wogegen indefs der Umstand spricht, dafs die Rhombenflächen weit ebener und glänzender sind, als die Flächen, welche 2- und 1axige Prismen von diagonaler Flächenstellung darstellen, und ziemlich rauh, in einigen Fällen wohl auch matt sind. Zu diesem Grunde der Unvollkommenheit, in der Ausbildung der Combination,

1) Dergleichen Individuen sind oft halbzöllig; in der ausgezeichnet schönen Sammlung käuflicher Exemplare der Fräulein A. Klein zu Lobenstein sah ich sogar Krystalle von der Länge eines Zolles und der Breite einer halben Linie.

gesellt sich noch ein anderer, in der Krümmung der ganzen prismatisch verzerrten Gestalt gegebener. Diese Prismen erscheinen nämlich, wenn sie einzeln aufgewachsen sind, entweder einfach gebogen oder knieförmig, und zwar in sehr bizarrer Weise gekrümmt, wie Fig. 16 Taf. I angiebt [1]).

X. *Brunnen von Kohlensäure zu befreien.*

Durch Saussure's Versuche ist bekannt, dafs ausgeglühte Kohle die Eigenschaft besitzt, innerhalb 24 Stunden das 35fache ihres Volums an Kohlensäure zu absorbiren. Davon hat Prof. Hubbard, am Dartmouth-College, in den Vereinigten Staaten, kürzlich eine nützliche Anwendung gemacht. Um Brunnenschächte, die mit Kohlensäure erfüllt sind, von diesem Gase zu reinigen, läfst er nämlich etwa eine Metze glühender Holzkohlen in einem Kessel bis nahe zur Oberfläche des Wassers hinab. Sogleich erlöschen die Kohlen und beginnen die Absorption, von deren Fortgang man sich leicht durch eine brennende Kerze überzeugen kann. Ist sie nach einer Stunde noch nicht vollendet, so mufs man eine neue Portion brennender Kohlen hinablassen. Auf diese Weise wurde ein Brunnenschacht von 26 Fufs Tiefe in einem Nachmittage gereinigt. (Sillim. *Journ. Vol. XXXVIII p.* 206.)

XI. *Analyse des Porphyrs von Kreuznach im Nahethale; von Eduard Schweizer.*

Die Grundmasse des Porphyrs dieser Gegend wird durchgängig von dichtem Feldspathe gebildet, der sich durch seine grofse Festigkeit auszeichnet, oft hornsteinähnlich wird und am Stahle Funken giebt. Diese Grundmasse schliefst eine Menge meist kleiner Krystalle von prismatischem Feldspath und von durchsichtigem grünem Quarze ein; bisweilen tritt auch etwas tombackbrauner Talkglimmer auf. Die vorherrschend rothe Farbe des Gesteines geht durch verschiedene Nüanzen in graue und braune Farben über.

Um durch die Analyse ein einigermafsen bestimmtes Resultat zu erhalten, wurde ein ungefähr ein Pfund schweres Stück von der Gebirgsart zu einem gleichmäfsigen feinen Pulver zerrieben, und hiervon die gehörige Quantität zur Analyse genommen. Die Substanz wurde bei einer ersten Analyse vermittelst vollkommen chlorfreien kohlensauren Natrons, bei einer zweiten, zur Bestimmung der Alkalien, durch Flufsspathsäure, aufgeschlossen. Der Porphyr enthält, diesen Analysen zufolge, in 100 Theilen:

Kieselerde	70,50
Thonerde	13,50
Eisenoxyd	5,50
Kalkerde	0,25
Talkerde	0,40
Kali	5,50
Natron	3,55
Chlor	0,10
Wasser	0,77
	100,07.

Um zu erfahren, in welchem Zustande das Chlor im Porphyr enthalten sey, wurde eine bedeutende Menge des letzteren in fein pulverisirtem Zustande mit destillirtem Wasser längere Zeit gekocht. Nachdem sich durch längeres Stehenlassen das Steinpulver gröfstentheils abgesetzt hatte, wurde die Flüssigkeit davon getrennt und zur Trocknifs verdampft. Den Rückstand behandelte man hierauf mit wenig Wasser, filtrirte, und erhielt sodann eine vollkommen klare Lösung, in welcher Chlor, Kalkerde, Talkerde, Kali und Natron nachgewiesen werden konnten.

In 0,100 Grm. des Rückstandes dieser Lösung wurden gefunden:

Chlorkalium und Chlornatrium	0,060
Chlorcalcium	0,020
Chlormagnium	0,012.

Dieser Versuch wurde mehrere Male mit der gröfsten Vorsicht wiederholt, und immer erhielt man in dem klaren Auszuge deutliche Reactionen auf die angeführten Substanzen.

Nach der Ansicht und den Untersuchungen Burkhardt's [1]) ist der Porphyr an der Nahe und in der Pfalz nicht älter als das ihn umschliefsende ältere Sandsteingebirge; an mehreren Punkten weist er nach, dafs beide Gebirgsarten gleichzeitig gebildet wurden; hingegen läfst er es unentschieden, »ob die Hauptgruppe bei Kreuznach stockförmige Massen in dem älteren Sandsteine bilde, und also gleichzeitig mit ihm, oder ob sie jünger und durch vulkanische Kräfte emporgehoben sey.«

Nimmt man erstere an, so liefse sich, nach Burkhardt, das Auftreten von Soolquellen im Porphyr vielleicht einfach dadurch erklären, dafs das ältere Sandsteingebirge eine sehr tief liegende Uebergangs-, Gyps- und Steinsalzformation decke, wovon sich ein ähnliches Bei-

1) Nöggerath's Rheinland-Westphalen, Bd. IV S. 187.

Beispiel bei Bex in der Schweiz vorfindet. — Ist hingegen die Bildung des Porphyrs vulkanischer Natur, so erhalten, nach Burkhardt's Vermuthung, die Soolen ihre Nahrung vom Salzthon, der gangartige Klüfte ausfüllt.

Berücksichtigt man die wesentlichen Verschiedenheiten, die diese Quellen in qualitativer und quantitativer Beziehung von den gewöhnlichen Soolen zeigen, unter denen hauptsächlich hervorzuheben ist, dafs sie keine Spuren von schwefelsauren Salzen enthalten, so fühlt man sich eher geneigt der letzteren Annahme beizupflichten.

Im Vorhergehenden wurde gezeigt, dafs durch Wasser aus diesem Porphyr die sämmtlichen Chlormetalle ausgezogen werden können, die die aus ihm entspringenden Salzquellen selbst enthalten. Da diefs unter dem gewöhnlichen Luftdrucke geschehen kann, so sind die Chlormetalle in dem Porphyr als solche enthalten. Die aufserordentliche Dichtigkeit des Gesteines spricht gegen die Annahme, dafs die Chlormetalle im aufgelösten Zustande von der Soole selbst in den Porphyr eingesickert seyen. Wenn ein solches Einsickern auch stattfindet, so glaube ich, kann es jedenfalls nur bis zu einer geringen Entfernung von den Wasserkanälen geschehen; der Ort aber, woher der Porphyr ist, der zu den obigen Untersuchungen gedient hatte, ist ziemlich weit entfernt von den Quellen. — Ferner verliert der Porphyr bei 100° im Wasserbade nichts an Gewicht, der geringe Wassergehalt desselben kann also nicht von eingesickertem Wasser herrühren, sondern von kleinen Quantitäten wasserhaltiger Mineralien.

Es ist daher wahrscheinlich, dafs die Chlormetalle ursprünglich in dem Porphyr enthalten sind, und dafs das aus der Tiefe zufliefsende Wasser dieselben, so wie die übrigen Bestandtheile, die die Quellen enthalten, unter Mitwirkung von Wärme, eines hohen Druckes und

von Kohlensäure aus dem Gesteine selbst auszieht. Daneben lassen sich immer noch gröfsere oder geringere Anhäufungen von Salzmassen annehmen, die zur Ernährung der Quellen beitragen.

XII. *Der Greenovit, ein neues Mineral.*

Das zu Ehren des Hrn. Greenough mit diesem Namen belegte Mineral kommt vor zu St. Marcel, in Piemont, in einem krystallinischen, wahrscheinlich metamorphischen Terrain, rosenrothe Aederchen bildend, welche die Masse unregelmäfsig durchsetzen; es wird begleitet von Epidot, manganhaltigem Granat und Quarz. Der Greenovit findet sich in Krystallen und kleinen krystallinischen Massen, hat eine dreifache, ziemlich leichte Spaltbarkeit, durch welche die Grundform bestimmt wird. Die beiden, den senkrechten Flächen parallen Blätterdurchgänge machen, nach Hrn. Dufrénoy, einen Winkel von 11° 35′ mit einander, und sind deutlich, spiegelnd.

Nach der von Hrn. Cacarrié unternommenen Analyse besteht das Mineral wesentlich aus *Titan* und *Mangan*, neben einer geringen Menge Kieselerde, die von beigemengtem Quarz herrührt. (*Compt. rend. T. XI p.* 234.(

XIII. *Einige Bemerkungen über die physische Beschaffenheit der Provinz Krain;*
von H. v. Gansauge.

Begiebt man sich von Graez südwestlich nach Triest, und hat man sich auf diesem Wege theils an den lieblichen Landschaften, theils an den Erscheinungen des Hochgebirges der Steiermark erfreut, so überrascht nichts so sehr, als hinter Laibach die Bilder der Zerstörung, der Oede und des Todes, welche vornämlich jenseits Ober-Laibach in ganz eigenthümlicher Weise sich darstellen. Das Gebirge, welches man hier betritt, ist als ein groſser Kalkdamm dem adriatischen Meere östlich vorgelagert; es wird von den Geographen als Iulische Alpen bezeichnet; von der dortigen Bevölkerung in seinen verschiedenen Theilen abweichend, in der Triestiner Gegend »*Karst*« genannt.

Zunächst ist dieses merkwürdige Gebirge ausgezeichnet durch die Parallelität seiner verschiedenen Theile in den äuſseren Umrissen, und durch die damit zusammenhängenden Plateaubildungen bei nur seltenem Vorkommen von hoch über die Gesammtmasse emporragenden Gipfeln. Ueberraschend ist diese Uebereinstimmung der äuſseren Formen mit denen des Jura, wie er sich durchgehends in Deutschland, in der Schweiz und in Frankreich darstellt. Fesselt diese Erscheinung die Aufmerksamkeit des Gebirgskenners, so überrascht nicht minder jeden anderen Reisenden die schon erwähnte, durchgreifende Zertrümmerung, welche eine auffallende Unfruchtbarkeit dieses Gebirgslandes bedingt. Denn plutonische Kräfte haben hier gewaltig gewirkt, und sowohl chemische Umwandlungen des Gesteins selbst hervorgebracht, als auch das Gebirge in der Art gehoben und aufgetrieben,

dafs in seinem Inneren viele, zuweilen sehr ausgedehnte, hohle Räume entstanden. Denn nur so dürfte die Höhlenbildung, durch welche die illyrischen und dalmatischen Küstengebirge charakterisirt sind, genügend erklärt werden. In diesen Gegenden scheinen allerdings Meilen lange Höhlen vorzukommen. Schon Hacquet [1]) spricht über dergleichen Beobachtungen; auch sind die Adelsberger Grotten hieher zu zählen. Ferner verdient hiebei besondere Erwähnung, dafs, wenn man [2]) in der Grotte, aus welcher der *Unz* bei *Kleinhäusel* unfern *Planina* mit grofser Gewalt hervorbricht, eine Stunde weit eingedrungen, man an einen unterirdischen See von bedeutender Breite gelangt. Später, hinter diesem See, folgt dann eine steile Felswand, welche zwar ersteigbar seyn soll, bis jetzt aber, bei den dahin unternommenen Wanderungen, nicht überschritten wurde.

Mit dieser Höhlenbildung und gleichzeitigen Erhebung des Gebirges ist jene durchgreifende Zerrüttung desselben Hand in Hand gegangen. Zwar kommen ähnlich zerrissene Berge in verschiedenen Gebirgsformationen auch anderwärts vor. Beispiele der Art sind der *Prudelberg* im Hirschberger Thale, der *kahle Berg* bei Altenberg im Erzgebirge u. s. w. Doch pflegen sich dergleichen Fälle nur auf einen geringen Umkreis zu beschränken, wohingegen die Iulischen Alpen in einem sehr grofsen Umfange der bezeichneten Zerstörung unterlagen. Merkwürdig ist aufserdem, dafs in diesem grofsen Kalkgebirge Sandstein und Thonschiefer in nur sehr untergeordneten Verhältnissen vorkommen. Thon und Kieselerde begründen aber, durch die Fähigkeit, niedergeschlagene Feuchtigkeit längere Zeit festzuhalten, Frucht-

1) Reise aus den dinarischen in die norischen Alpen (Leipzig 1785), S. 16, 19.

2) Nach der mir 1839 gemachten Erzählung des jüngeren Postmeisters in Planina.

barkeit des Bodens, so dafs sie als die eigentlichen Träger des Humus angesehen werden dürfen. Da nun im Karst diese seegenbringende Erddecke fehlt, da ferner das dortige Kalkgestein meistens durch Porosität ausgezeichnet, und die Oberfläche des Gebirges so vielfach zerrissen ist, so ergiebt sich aus diesen Umständen die Veranlassung einer so schnellen Filtration aller Flüssigkeiten nach den inneren hohlen Räumen dieses Gebirges und einer daraus entspringenden beständigen Dürre auf dessen Oberfläche. Ich selbst habe starke Regenschauer, ja Regentage auf dem Karst erlebt, und mich überzeugt, dafs nach verhältnifsmäfsig sehr kurzer Zeit die Spuren davon verschwunden waren, während in den Adelsberger Grotten mir versichert wurde, dafs sich in denselben am vermehrten Abtropfeln der stalaktischen Gebilde mit Sicherheit erkennen lasse, wenn es aufserhalb stark geregnet habe.

Unter den bezeichneten Umständen finden wir die Oberfläche des Gebirges wasser-, und in Folge dessen auch pflanzenarm, während die Wasseransammlungen in's Innere dieses anomalen Alpenstockes verlegt erscheinen. In der That stofsen wir hier auf ein vollständig subterranes Bewässerungssystem, das sich auf der Oberfläche nur hin und wieder, um schnell wieder zu verschwinden, nur bruchstückweise sehen läfst, während die wichtigeren Abflüsse solcher subterranen Wasseransammlungen an den Seiten der Iulischen Alpen, meist an tiefer liegenden Stellen, oft mit den überraschendsten Erscheinungen vergesellschaftet, hervorbrechen, um sich entweder westlich in das adriatische Meer zu ergiefsen, oder östlich dem mächtigen Donaugebiete zuzueilen. Doch dürfte der Erwähnung wohl werth seyn, dafs schon diejenigen unterirdischen Wassermassen, welche der Beobachtung zugänglich fliefsen, beträchtlicher erscheinen, als das Volumen jener aus dem Gebirge hervordringenden Wässer. Namentlich gilt diese Bemerkung von den un-

ter- und oberirdischen, gegen W. gerichteten Strömen. Sollte diese Thatsache zu der Vermuthung berechtigen, dafs ein Theil der Gewässer der Iulischen Alpen während ihres ganzen Verlaufes nicht an die Erdoberfläche trete, und sich daher submarin in das adriatische Meer ergiefse?

Uebrigens ist der Lauf dieser theils ober-, theils unterirdischen Flüsse mit so ungewöhnlichen Erscheinungen verbunden, dafs es wohl erlaubt seyn dürfte auf einige Beispiele der Art specieller einzugehen [1]).

Der *Poik* dringt etwa 30 Schritte breit, von SW. kommend, in die Adelsberger Grotte mit starkem Gefälle ein, durchströmt diese zum Theil, und setzt dann seinen unterirdischen Lauf gegen O. fort, bricht unfern Planina verstärkt an einer steilen Felswand hervor, und vereinigt sich bald darauf mit dem Unz, der nahe dabei unter ähnlichen Umständen als ein 50 Schritt breiter Flufs hervorbricht, und dann dem Poik seine Benennung ebenfalls mittheilt. Dieser Unz ist einige Stunden oberhalb, bei St. Kanzian, unfern Zirknitz, auf einer ganz kurzen Strecke, erschienen, auf welcher er zum Betriebe mehrerer Mühlenwerke benutzt wird, worauf er eben so gewaltig n einem Schlunde verschwindet, wie er hervorgebrochen war. Dafs der Unz und der Poik bei Planina mit den bezeichneten Flufsstücken wirklich identisch, davon hat man [2]) sich durch hineingeworfene Sägespäne und zerschnittenes Stroh überzeugt. Nach seiner Vereinigung bei Planina fliefst der durch den Poik verstärkte Unz eine Stunde weit, bis Jacobowiz, um wiederum in einem Erdspalt zu verschwinden, und erst bei Ober-Laibach (wo übrigens mehrere Flüfschen am Fufse des Gebirges plötzlich auf die Oberfläche hervortreten)

1) Die Hydrographie des hier besprochenen merkwürdigen Landes ist allein auf der trefflichen Karte der illirischen Provinzen vom K. K. Generalstabe verständlich und naturgemäfs dargestellt.

2) Der jüngere Postmeister in Planina mit dem Ingenieur Mühleisen.

den Lauf oberirdisch fortzusetzen, und sich dort in den Laibach zu ergiefsen. — Der Zirknitzbach strömt mit mannigfacher Abwechslung, bald über, bald unter der Erdoberfläche fort, bis er zwischen *Babnapoliza* und *Schneeberg* gänzlich verschwindet. — Die schönste Erscheinung der Art wird indefs durch ein Flüfschen herbeigeführt, welches sich unter höchst malerischen Umgebungen bei S. Kanzian unfern Triest zwischen sehr kühn gebildeten Felswänden in einen Grottenschlund stürzt. — Doch dürfte kein Theil dieses, man möchte sagen mystischen Wassersystems eine solche Berühmtheit erlangt haben, wie das Hervortreten des Timāvus aus dem Westfufse der Iulischen Alpen; denn die besonderen Umstände, unter denen es geschieht, erregten bereits die Aufmerksamkeit der Cultur-Völker des klassischen Alterthums. Nämlich nördlich von Triest fällt der Karst mit auffallender Steilheit gegen das Meer ab. Zwischen dem Fufse des Gebirges und dem Adriatischen Meere findet sich dort ein sehr schmaler Streifen niederen Vorlandes, an manchen Stellen keine Viertelstunde breit, selten breiter, fast überall nur wenig höher, als die Oberfläche des Meeres dort, zwischen Duino und Monfalcone, dringt der Timăvo (so, oder auch Duino wird er dort genannt) tief am Fufse der steilen Wand des Karst hervor, und zwar sogleich wasserreich. Ich unterschied bestimmt fünf Hauptarme. Die heftige Bewegung des Wassers an manchen Stellen liefs jedoch deutlich wahrnehmen, dafs zu einigen dieser Arme mehr als *eine* Quelle zuströmten. Sieben bis neun Quellen liefsen sich hier noch füglich unterscheiden. Ich befand mich dort in der ersten Hälfte des Septembers 1839, zu einer Zeit, als die dortige Gegend etwa zehn Regentage gehabt haben mochte. Hieraus erklärte sich die ungewöhnliche Wasserfülle des Flusses, wie sie an den Ufern leicht erkennbar war. Diefs zu erwähnen, ist nicht ganz unwichtig, weil kaum bezweifelt werden kann, dafs in trock-

ner Zeit, bei niederem Wasserstande, die verschiedenen Quellen sich nicht, wie bei meiner Anwesenheit, zu *einem* Arme verbinden, sondern dann jede einzeln zum Flusse strömt. Hieraus erklärt sich nämlich die Verschiedenheit der Angaben bei den Alten über die Zahl dieser Arme, da wo sie dem Gebirge entströmen. Denn Virgil (*Aen. I, v.* 245) führt neun, Strabo (*lib. V, p.* 214, nach der zweiten Ausgabe des Casaubonus) dagegen sieben Quellen an. Der See Timāvus, von welchem bei Livius (*lib. XXXI c.* 2) die Rede ist, darf indefs nicht mit dem Flusse verwechselt werden, und möchte wohl nichts Anderes seyn, als eine der benachbarten, seitdem versumpften Lagunen zwischen Duino und Monfalcone. Die bei Livius vorkommende Beschreibung berechtigt zu dieser Vermuthung, so wie nicht minder die allmälig vielfach erfolgte Versumpfung der flachen Nordwest-Gestade des Adriatischen Meeres, wie sie unmittelbar nördlich von Duino ihren Anfang nimmt. Die vorhin erwähnten verschiedenen Arme des Flusses vereinigen sich etwa 500 Schritte nach ihrem Hervorquellen zu einem bereits gegen 200 Schritte breitem Strome, der, obschon im Niveau der niedrig gelegenen, schmalen Ebene hervorbrechend, dennoch schnellen Laufes dem eine Viertelstunde entfernten Meere zueilt [1]).

1) Eine andere, zwar nicht unmittelbar hieher gehörige Bemerkung knüpft sich an die von Strabo mitgetheilte Nachricht, indem er jene Gegend überhaupt ein Heiligthum, das Timāvon, nennt; und sagt, es sey dem Diomedes geweiht, wobei er von dem dortigen Tempel erzählt. In der That sehen wir uns noch jetzt in jener an Vegetation sonst so armen Gegend höchst angenehm überrascht, auf dem durch den Timāvo befeuchteten und befruchteten Boden Bäume und kräftig gewachsene Sträucher zu finden. Und gleichsam, damit uns jene aus dem klassischen Alterthum herrührende Beschreibung noch jetzt vollständig vergegenwärtigt werde, erhebt sich noch heut auf einem Felsvorsprunge, den geheiligten Fluthen zunächst, eine Kirche, San Stephano, ein vereinzelt stehendes Gebäude. Ist sie, wie so häufig in ähnlichen Fällen, als Fortsetzerin, als Stellvertreterin des heidnischen Heiligthums auf dem von ältester Zeit her geweihtem

Vor dem Schlusse dieses Beitrages zur Kenntnifs der Naturbeschaffenheit der Iulischen Alpen will ich mir erlauben noch auf eine höchst auffallende Erscheinung aufmerksam zu machen. Ich meine nämlich die kessel- oder trichterförmigen Vertiefungen, mit denen die Oberfläche des dalmatischen und illirischen Küstengebirges bis Kärnthen, Steiermark und Croatien grofsentheils durchlöchert ist. Von deren Daseyn zwischen Ober-Laibach, Monfalcone, Triest und Zirknitz habe ich mich selbst überzeugt; im angegebenen weiteren Umfange sind sie von Anderen beobachtet. Meistens finden sie sich nur von geringer Gröfse, etwa zu 15 bis 50 Schritte im Durchmesser. Diese kleineren Vertiefungen sind regelmäfsig kreisrund, in der Mitte am tiefsten. Von dem stets am meisten eingesunkenen Mittelpunkte scheint die Spaltung und das Sinken ausgegangen zu seyn; denn dort sieht man die von Seitenwänden abgerissenen Felsstücke entweder übereinander getrümmert, oder man findet daselbst in anderen Fällen Oeffnungen, die zu unterirdischen Gewölben führen, deren Umfang und Sohle nicht zu ermessen ist. Unzählige dieser kleineren Trichtervertiefungen kommen in dem bezeichneten Bezirke vor; seltener die von gröfserem Durchmesser, welcher jedoch in manchen Fällen eine Viertelstunde und selbst mehr betragen mag. Zu den grofsartigsten gehört diejenige Einsenkung, auf deren Grunde das berühmte *Idria* mit seinen Quecksilbergruben liegt. Es bedarf wohl kaum der Erinnerung, dafs bei so umfangreichen Einsenkungen, wie die so eben erwähnte, die Regelmäfsigkeit der kreisrunden Form, die bei jenen kleineren Senkungen so sehr auffällt, bedeutende Beschränkungen erleidet. Die gesammte merkwürdige Erscheinung mit Sicherheit zu erklären dürfte schwer möglich seyn, verschafte uns nicht eine verhältnifsmäfsig sehr neue Begebenheit den Schlüs-

Boden zu betrachten? Hat der vergötterte Diomedes dem heiligen Stephan an dieser Stelle weichen müssen?

sel dazu. Ich meine das lang andauernde Erdbeben in Calabrien i. J. 1783. Unter den vielfachen Veränderungen, welche die Oberfläche der betroffenen Provinz erlitt, zeichnen sich häufig wiederkehrende Risse aus, die sternförmig von *einem* Punkte aus nach allen Seiten hin den Boden mit vieler Gleichförmigkeit spalteten. In anderen Fällen waren die geborstenen Mitteltheile solcher Risse eingesunken, und dann den kreisrunden Trichteröffnungen auf dem Karst auffallend gleichend [1]); man dürfte wohl berechtigt seyn, bei dieser Uebereinstimmung der Gestaltung für beide Fälle eine gleiche Entstehungsweise zu vermuthen.

Auch die Umgebungen von Zirknitz gehören zu den merkwürdigen Gebilden, auf deren natürliche Beschaffenheit hier hingewiesen wurde. Zirknitz liegt nämlich in einem Thale, das von N. nach S. zwei Stunden lang, und von O. nach W. eine Stunde breit ist. Der Boden dieses Thales ist meistens eben. Nur gegen O. hebt er sich ein wenig; dort, auf einer Anhöhe, liegt das Namen verleihende Oertchen. Gegen W. aber ist die Thalebene am tiefsten gesenkt, und an ihrer westlichen Umgränzung steigen zerrissene Felswände steil auf. Diese ganze Thalebene ist mit den oben beschriebenen kleinen trichterförmigen Senkungen durchbrochen, am häufigsten jedoch in seinem westlichsten, tiefer liegenden Theile, den man, wenn er sich mit Wasser füllt, den Zirknitzer See zu nennen pflegt. Ich befand mich dort während der ersten Tage des Septembers 1839. Die vorhergehenden Sommermonate waren im Ganzen trokken gewesen, und in Folge dessen erblickte man aus der Entfernung im Zirknitzer See-Thale kein Wasser, nur Wiesengrund. Daher hatte man auch gewagt, einen Theil dieser Flächen mit Sommerfrüchten zu bestellen.

1) Dergleichen Oeffnungen und Risse, wie sie in Calabrien entstanden, sind abgebildet in *Lyell principles of Geology* (*Lond.* 1837) *II*, *p.* 223—34.

Nun aber war seit vier Tagen Regenwetter eingetreten, und man erwartete unter diesen Umständen den See binnen Kurzem in seinem ganzen Umfange (dann etwa zwei Stunden lang und eine halbe Stunde breit) hervorgetreten zu sehen. Der Eintritt des Wassers geschah, wie ich die bestimmte Ueberzeugung gewann, von unten her durch die mehr erwähnten trichterförmigen Senkungen. Verschiedene derselben waren damals noch durchaus trocken, und selbst auf ihrem Grunde, zu dem ich hinabstieg, konnte ich noch kein Hervordringen des Wassers bemerken. Andere, je nach ihrer tieferen oder höheren Lage, fingen an, sich allmälig von unten herauf zu füllen; noch andere waren bereits gefüllt, auch überfüllt, so dafs aus einigen das Wasser über die benachbarten Theile des Seebodens sich schon verbreitete, aus *einem* sogar mit vieler Gewalt, indem sich das überströmende Wasser in eine andere, einige hundert Schritt entfernte, tiefer liegende Grube stürzte, wodurch ein stark rauschender Strom entstand, der nur auf einem Fahrzeuge überschritten werden konnte, welches zu dem Ende hier stets liegt, auch wenn kein Wasser vorhanden ist.

Von verständigen Leuten wurde mir fest versichert, dafs die dortigen Wassererscheinungen an keine Periodicität gebunden seyen, sondern lediglich von der Witterung abhängen, und daher freilich in den nassen Jahreszeiten, wenn auch nicht bestimmt, doch häufiger wiederzukehren pflegen. Das Nämliche beobachtete bereits Partsch auf Meleda in der Nachbarschaft der dalmatischen Küste [1]); und Aehnliches wiederholt sich ja sogar nicht fern von uns im sogenannten *Bauerngraben* bei *Rottleberode*, am Süd-Abhange des Harzes. Auch kann diese Angabe um so weniger bezweifelt werden, wenn man die Art des Erscheinens des sogenannten Zirknitzer Sees und die geschilderte Beschaffenheit des See-Bodens

1) Partsch, Bericht über das Detonations-Phänomen auf Meleda (*Wien 1826), S. 9.*

in's Auge faſst. Denn ohne Zweifel ruht das Zirknitzer Thal auf Höhlen, wie sie in jener Gegend allgemein verbreitet sind. Diese unterirdischen Gewölbe liegen jedoch bei Zirknitz so tief, daſs groſse Wassermassen in ihnen wohl stets vorhanden seyn mögen. Die obere Decke dieser Gewölbe, das Thal von Zirknitz bildend, ist, wie oben gesagt, auſserdem durchbrochen. Wenn nun jener subterrane See durch stärkere Zuflüsse, namentlich bei anhaltendem Regen, steigt, so tritt er durch die oberen Oeffnungen hervor, und dann bildet sich der sogenannte Zirknitzer See. Genau genommen, bestehen in solcher Zeit zwei Seen über einander, ein ober- und ein unterirdischer; zwischen beiden liegt dann ein durchlöcherter, siebähnlicher Boden.

XIV. *Temperatur im Bohrloche von Grenelle bei Paris*

Das auf dem Schlachthofe bei Grenelle niedergetriebene Bohrloch, dessen in den Annalen schon öfters, zuletzt im Bd. XXXXVIII S. 382 gedacht worden, hatte im August dieses Jahres die Tiefe von 505 Meter = 1555 Par. Fuſs. In dieser Tiefe, unter der mächtigen Kreidebank, im Gault-Thon, der die gesuchten wasserführenden Schichten bedecken muſs, ergab sich aus einer Reihe von Beobachtungen mit sechs Walferdin'schen Ausfluſs-Thermometern, für die Temperatur das Resultat 26°,43 C. = 21°,14 R. Darnach kommen, auf 1° C. Temperaturzunahme, 31m,9, wenn man von 10°,6 C., der Mitteltemperatur des Pariser Bodens ausgeht, oder 32m,3, wenn man 11°,7 C., die Temperatur des Kellers der Sternwarte in 28 Met. Tiefe zum Ausgangspunkt wählt. (*Compt. rend. T. XI p.* 707.)

XV. *Ueber die Temperatur der Westseite von Südamerika;*
von Dr. Alexander Berg in Berlin.

Ueber die Temperatur der Westseite von Südamerika besitzen wir nur so fragmentarische Nachrichten, daſs ein Versuch, diese Fragmente zu einem zusammenhängenden Ganzen zusammenzustellen, nicht ohne allen Nutzen und ohne alles Interesse zu seyn scheint, selbst wenn sich später aus zahlreicheren Beobachtungen ergeben sollte, daſs darin mannichfache Irrthümer vorgekommen wären. Auf jeden Fall gewinnen wir auch jetzt schon durch einen solchen Versuch eine bestimmte Ansicht, deren mögliche Fehler sich überblicken lassen.

Es ist bekannt, daſs ein Strom kalten Wassers, die *Humboldt-Strömung*, welche, nach den Untersuchungen des Hrn. Duperrey [1]), ihren Anfang in der antarctischen Driftströmung des groſsen Oceans nimmt, zwischen Concepcion und Valparaiso an die Küste von Chili anprallt, und, sich hier theilend, südlich gegen Cap Horn und nördlich längs der Küste von Chile und Peru bis Cabo Blanco (4° 20' s. Br.) verläuft, von wo sie westlich in die groſse Aequatorialströmung übergeht, eine viel geringere Temperatur der Westseite Südamerikas bis Cabo Blanco bewirkt, als sie nach der Polhöhe stattfinden sollte. Indessen ist auch hier der Einfluſs der Polhöhe auf die Verbreitung der Wärme unverkennbar, und es wird sich aus dem Folgenden ergeben, daſs der bekannte Ausdruck für die Wärmeverbreitung $t\varphi = a + b \cos^2 \varphi$ (wo t die mittlere Temperatur, φ die Breite, und a und b zwei aus den Beobachtungen zu suchende

1) A. v. Humboldt's Memoir über Meeresströme, in Berghaus Länder- und Völkerkunde, Bd. I S. 591 bis 592.

Constanten bedeuten), ohne beträchtliche Fehler benutzt werden kann, um aus den vorhandenen Beobachtungen das Gesetz annäherungsweise zu ermitteln. Es entstehen jedoch durch das stärkere oder schwächere Fliefsen dieser Strömung und durch andere Einflüsse nicht unbedeutende Abweichungen von dem gewöhnlichen Verhalten der Temperatur zur Polhöhe, und wir dürfen daher immer nur kleinere Abtheilungen, nicht das ganze Littoral zusammengenommen, thermologisch untersuchen, wenn wir auf den zu untersuchenden Theil ein und dasselbe Gesetz anwenden wollen. Auch müssen wir auf die Lage der Beobachtungen, deren eine eben nicht grofse Anzahl vorhanden ist, Rücksicht nehmen, so dafs wir immer für einen möglichst kleinen Theil möglichst viele Beobachtungen zusammen haben.

Folgendes sind die mir bekannt gewordenen Beobachtungen:

Januar [2]).

südl. Br.	beob.	ber.	Differ.	südl. Br.	beob.	ber.	Differ.
56° 19′	7°,0	6°,7	−0,3	49° 4′	8°,3	9°,0	+0,7
56 17	7,1	6,7	−0,4	43 54	12,8	13,1	+0,3
56 13	6,3	6,7	+0,4	43 0	14,4	13,8	−0,6
55 9	7,8	7,0	−0,8	42 9	15,3	14,5	−0,8
54 46	7,2	7,1	−0,1	41 16	16,1	15,2	−0,9
54 31	8,0	7,1	−0,9	37 19	16,6	18,2	+1,6
52 3	7,0	7,ä	+0,7				
50 19	8,3	8,2	−0,1				
49 4	8,3	8,5	+0,2				

Aus den Beobachtungen von 56° 19′ bis 49° 4′ erhalten wir mit Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate die Gleichung:

$$t\varphi = 2^{\circ},15 + 14^{\circ},82 \cos^2 \varphi.$$

2) Sämmtliche Beobachtungen sind von Herrn Meyen angestellt, aus dessen in seiner Reisebeschreibung mitgetheiltem Journal ich aus den einzelnen Stunden die Tagesmittel berechnet habe. — Die Réaumur'schen Grade habe ich hier (wie überhaupt immer) auf Centesimalgrade reducirt.

ıagegen giebt die Reihe von Beobachtungen von 49° 4′ is 37° 19′ den Ausdruck:

$$t\varphi = -10^{\circ},47 + 45^{\circ},41 \cos^2 \varphi.$$

Nach diesen Formeln sind die in der mit berechnet ezeichneten Spalte enthaltenen Werthe gewonnen. Es ·giebt sich hier daraus die Temperatur des Januars:

Nach Ausdruck I:		Nach Ausdruck II:	
bei 55° s. Br.	7°,0	bei 50° s. Br.	8°,3
- 50 - -	8 ,3	- 45 - -	12 ,2
		- 40 - -	16 ,2
		- 35 - -	20 ,0
		- 30 - -	22 ,6.

M ä r z.

ıdl. Br.	beob.	ber.	Differ.	südl. Br.	beob.	ber.	Differ.
6° 3′	3°,5 [3])	3°,9	+0°,4	55°	5°,0 [4])	4°,3	—0°,7
5 56	4 ,3 [3])	4 ,0	—0 ,3	50	6 ,3 [4])	6 ,4	+0 ,1
5 52	3 ,5 [3])	4 ,0	+0 ,5	48	7 ,2 [4])	7 ,2	0 .0

Die berechneten Werthe ergeben sich durch die aus en Beobachtungen erhaltene Formel:

$$t\varphi = -3^{\circ},59 + 24^{\circ},12 \cos^2 \varphi.$$

ïernach ist die Temperatur des März:

bei 55° s. Br. 4°,3
- 50 - - 6 ,4.

A p r i l.

ıdl. Br.	beob.	ber.	Differ.	südl.Br.	beob.	ber.	Differ.
7°57′	2°,0 [5])	3°,7	+1°,7	45°	10°,6 [4])	10°,4	—0°,2
5 52	6 ,6 [6])	4 ,5	—2°,1	42	11 ,9 [4])	12 ,3	+0 ,4
3 38	5 ,0 [7])	5 ,4	+0°,4	39	12 ,5 [4])	14 ,1	+1 ,6
				37	17 ,9 [8])	15 ,5	—2 ,4
				33°	16 ,8 [4])	17 ,6	+0 ,8
				33	17 ,7 [8])	17 ,6	—0 ,1

) Princefs Louise dritte Reise, bei Berghaus, L. u. V. z. I, S. 573
) Mentor's Reise, 1823, daselbst S. 480.
) Christian's Reise, daselbst S. 365.
) Beobachtung von Webster zu Martinscove, daselbst S. 178.
) Beobachtung des Capt. King in Port Famine, daselbst S. 181.
) Poeppig's Beobachtungen zu Concon (33° s. Br.) und Talcahuano (37° s. Br.) in Poeppig's Reise, I, S. 323.

Aus den Beobachtungen von 57° 57′ bis 53° 38′ ergiebt sich:

$$t\varphi = -3^\circ{,}40 + 25^\circ{,}19 \cos^2\varphi,$$

aus den von 45° bis 33° s. Br.:

$$t\varphi = -7^\circ{,}38 + 35^\circ{,}59 \cos^2\varphi.$$

Hiernach ist die Temperatur des April:

Nach Ausdruck I:			Nach Ausdruck II:		
bei 55°	s. Br.	4°,9	bei 50°	s. Br.	7°,3
- 50	- -	7 ,0	- 45	- -	10 ,4
			- 40	- -	13 ,5
			- 35	- -	16 ,5
			- 30	- -	19 ,3

Juli.

s. Br.	beob.	ber.	Diff.	s. Br.	beob.	ber.	Diff.
55°	1°,8 [9])	1°,8	0°,0	47°	4°,6 [9])	5°,4	+0°,8
50½	3 ,5 [9])	3 ,4	−0 ,1	42	8 ,3 [10])	7 ,9	−0 ,4
47	4 ,6 [9])	4 ,6	0 ,0	41	9 ,0 [9])	8 ,4	−0 ,6
				37	11 ,2 [8])	10 ,4	−0 ,8
				35	11 ,3 [9])	11 ,4	+0 ,1
				33	11 ,5 [8])	12 ,3	+0 ,8

Aus den ersten drei Beobachtungen ist:

$$t\varphi = -4^\circ{,}92 + 20^\circ{,}59 \cos^2\varphi,$$

und den letzten:

$$t\varphi = -8^\circ{,}22 + 29^\circ{,}23 \cos^2\varphi.$$

Hiernach ist die Temperatur des Juli:

Nach

9) Christian's Reise, 1827, bei Berghaus L. u V. z. I, S. 481.

10) Mittel aus den Beobachtungen des Capt. Fitz Roy in S. Carlos auf Chiloë um 21h. Da die Temperatur dieser Stunde dem wahren Tagesmittel sehr nahe kommt, so ist sie hier als solches angenommen, indem aufser der Temperatur dieser Stunde nur die absoluten Maxima und Minima mitgetheilt worden sind. In *Biblioth. univers. de Genève*, *No.* 44, *Août* 1839, *p.* 297, Uebersetzung aus dem ersten Bande der Reise der Schiffe Adventure und Beagle um die südlichen Küsten von Amerika.

Nach Ausdruck I:				Nach Ausdruck II:			
bei 55°	s. Br.	1°,6		bei 50°	s. Br.	3°,8	
- 50	- -	3 ,6		- 45	- -	6 ,4	
				- 40	- -	9 ,4	
				- 35	- -	11 ,3	
				- 30	- -	13 ,7	

August.

s. Br.	beob.	ber.	Differ.	s. Br.	beob.	ber.	Differ.
55°	3°,5 [9])	3°,6	+0°,1	45°	9°,3 [9])	9°,2	—0°,1
50	7 ,9 [9])	6 ,9	—1 ,0	39	10 ,6 [9])	10 ,7	+0 ,1
45	9 ,3 [9])	9 ,8	+0 ,5	37	10 ,8 [8])	11 ,2	+0 ,4
				34	13 ,0 [9])	11 ,9	—1 ,1
				33	11 ,4 [8])	12 ,1	+0 ,7

Von 55° bis 45° ist:

$$t\varphi = -7^\circ{,}00 + 33^\circ{,}58 \cos^2 \varphi,$$

von 45° bis 33°:

$$t\varphi = +2^\circ{,}09 + 14^\circ{,}26 \cos^2 \varphi.$$

Darnach ist die Temperatur des August:

Nach Ausdruck I.				Nach Ausdruck II:			
bei 55°	s. Br.	3°,6		bei 50°	s. Br.	8°,0	
- 50°	- -	6 ,9		- 45	- -	9 ,2	
				- 40	- -	10 ,4	
				- 35	- -	11 ,7	
				- 30	- -	12 ,8.	

September.

südl. Br.	beobacht.	berechn.	Differenz.
33°	13°,2 [8])	13°,1	—0°,1
37	10 ,9 [8])	11 ,0	+0 ,1
42	8 ,3 [10])	8 ,3	0 ,0.

Die berechneten Werthe ergeben sich aus der Gleichung:

$$t\varphi = -9^\circ{,}39 + 32^\circ{,}00 \cos^2 \varphi.$$

Hiernach ist die Temperatur des September:

bei 50° s. Br. 3°,8		bei 40 s. Br.	9°,4
- 45 - - 6 ,6		- 35 - -	12 ,1
		- 30 - -	14 ,6.

October.

südl. Br.	beobachtet	berechnet	Differenz.
33°	14°,5 [8])	14°,5	0
37	12 ,8 [8])	12 ,8	0
42	10 ,5 [10])	10 ,5	0.

Es ist hier:

$$t\varphi = -3°,89 + 26°,13 \cos^2 \varphi,$$

und danach die Temperatur des October:

bei 50° s. Br. 6°,9	bei 35° s. Br. 13°,6
- 45 - - 9 ,2	- 30 - - 15 ,5
- 40 - - 11 ,4.	

December [2]).

s. Br.	beob.	ber.	Differ.	s. Br.	beob.	ber.	Differ.
59° 20′	5°,7	6°,4	+0°,7	58° 1′	6°,9	6°,6	—0°,3
58 57	7 ,0	6°,5	—0 ,5	57 34	6 ,5	6 ,7	+0 ,2
58 44	6 ,3	6 ,5	+0 ,2	57 26	8 ,0	6 ,7	—1 ,3
58 13	5 ,2	6 ,6	+1 ,4	54 31	6 ,8	7 ,2	+0 ,4
58 5	7 ,1	6 ,6	—0 ,5.				

Es findet sich daraus:

$$t\varphi = +3°,61 + 10°,82 \cos^2 \varphi.$$

Die Temperatur des December ist danach:

bei 55° s. Br. 7°,2
- 50 - - 8 ,1,

Die nach diesen zwölf Ausdrücken bezeichneten Temperaturwerthe sind in der folgenden kleinen Tafel zusammengestellt:

Monat	südliche Breite erste Reihe 55°	50°	zweite Reihe 50°	45°	40°	35°	30°
Jan.	7°,0	8°,2	8°,3	12°,2	16°,2	20°,0	22°,6
März	4 ,3	6 ,4	—	—	—	—	—
Apr.	4 ,9	7 ,0	7 ,3	10 ,4	13 ,5	16 ,5	19 ,3
Juli	1 ,6	3 ,6	3 ,8	6 ,4	9 ,4	11 ,3	13 ,7
Aug.	3 ,6	6 ,9	8 ,0	9 ,2	10 ,4	11 ,7	12 ,8
Sept.	—	—	3 ,8	6 ,6	9 ,4	12 ,1	14 ,6
Oct.	—	—	6 ,9	9 ,2	11 ,4	13 ,6	15 ,5
Dec.	7 ,2	8 ,1	—	—	—	—	—

Dafs die in dieser Tabelle enthaltenen Temperaturwerthe noch nicht die möglichst richtigen seyen, sondern uns zuvörderst nur einen Anhalt für die fernere Untersuchung gewähren können, mufs schon daraus einleuchten, dafs die Beobachtungen selbst, aus welchen sie gewonnen sind, mancherlei Unbestimmtes an sich tragen, indem für dieselbe Gegend in der Regel nur an Einem Tage beobachtet wurde, indem viele der benutzten Beobachtungen nur am Ende oder Anfange eines Monates gemacht wurden, so dafs es einigermafsen zweifelhaft war, für welchen Monat man sie gelten lassen durfte (was besonders von den meisten Beobachtungen des August gilt, und aus welchem Grunde auch die Meyen'schen Beobachtungen vom December zum Theil höher sind, als die vom Januar) indem ferner die Beobachtungen nicht in demselben Jahre, nicht unter demselben Meridian geschahen, und indem Beobachtungen auf der See mit solchen an der Küste untermischt benutzt werden mufsten. Die drei ersten Beobachtungen vom März fanden sogar unter östlicher Länge von Südamerika statt. Betrachten wir nun die in dieser Tabelle enthaltenen Gröfsen näher, so scheint sich gleich bemerkbar zu machen, wie auch schon aus der grofsen Verschiedenheit der Formeln hervorgeht, dafs der Gang der Temperatur vom 55sten Grade der Breite zum 50sten ein anderer ist, als vom 50sten

zum 30sten Grade, dafs nämlich in der letzteren Re
— mit Ausnahme des Augusts — die Zunahme der Te
peratur nach dem Aequator zu viel schneller stattfin
als in der ersteren. Für den August sind die Wer
vom 55sten bis 45sten Grade offenbar zu hoch, weil
Beobachtungen in dessen Ende oder vielleicht gar in
Anfang des Septembers fielen. Aehnliche bedeutend
Abweichungen werden wir auch weiter unten bei ei
Vergleichung der als Endresultat erhaltenen Werthe
die Monate April bis Juni zu Talcahuano und für
Mai zu Concon [8]) finden, wie es scheint, weil di
Orte durch Hügel gegen die kalten Andeswinde gesich
sind, und dadurch eine höhere Temperatur erhalten.

Suchen wir nach den in der Tabelle enthalten
Zahlen annäherungsweise die Jahresmittel (*T*) dadu
dafs wir das Mittel aus gleich weit von einander e
fernten Monaten, also in der ersten Reihe aus Jan
und Juli, in der zweiten Reihe aus Januar und J
und aus April und October nehmen, und den Untersch
der Temperatur der wärmsten und kältesten Monate,
ergiebt sich:

s. Breite	55°	50°	50°	45°	40°	35°	3
T	4°,3	5°,8	6°,6	9°,2	12°,6	15°,3	17
		6°,2					
M—m	5°,4	4°,6	4°,5	5°,8	6°,7	8°,6	9

Wir können diese Werthe benutzen, um aus ihnen,
Hülfe der von Hrn. Kämtz mitgetheilten Horner'sch
Coëfficienten (welche, mit *M—m* multiplicirt, das P
duct liefern, das zu der Temperatur eines jeden Mon
addirt werden mufs, um die Jahresmitteltemperatur
ergeben, welche also auch, wenn man das Jahresmit
kennt, auf umgekehrte Weise zur Ermittlung der M
natstemperaturen dienen können), die Monatsmittel a
näherungsweise zu berechnen, natürlich mit Umkehru
der Monate, des Juli in Januar u. s. w. Wir erh

ten dann die in der nachstehenden Tabelle enthaltenen Werthe:

südl. Breite	55°	50°	45°	40°	35°	30° [11])
Januar	7°,0	8°,3	12°,2	16°,1	19°,7	21°,6
Februar	6 ,9	8 ,2	12 ,0	15 ,9	19 ,5	22 ,9
März	6 ,0	7 ,4	11 ,0	14 ,7	18 ,0	22 ,7
April	4 ,5	6 ,2	9 ,4	12 ,9	15 ,6	20 ,9
Mai	3 ,0	4 ,9	7 ,8	11 ,0	13 ,3	18 ,1
Juni	2 ,0	4 ,1	6 ,7	9 ,7	11 ,6	15 ,5
Juli	1 ,7	3 ,8	6 ,4	9 ,4	11 ,1	13 ,6
August	2 ,0	4 ,1	6 ,8	9 ,7	11 ,6	13 ,0
September	2 ,8	4 ,8	7 ,6	10 ,7	12 ,9	13 ,6
October	4 ,0	5 ,7	8 ,8	12 ,2	14 ,7	15 ,1
November	5 ,2	6 ,8	10 ,2	14 ,3	16 ,8	17 ,2
December	6 ,4	7 ,7	11 ,4	15 ,2	18 ,6	19 ,4
Jahr	4°,3	6°,2	9°,2	12°,6	15°,3	17°,8.

Diese vollständigere Tafel gewährt uns nun das Mittel, auf ähnliche Weise wie es oben aus den unvollständigeren Beobachtungen geschehen ist, für diese Gegend für jeden Monat und für den Jahresdurchschnitt von der Polhöhe abhängige Ausdrücke zu suchen. Wir finden daraus, mit Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate für die Gegend zwischen 50° und 30° südl. Breite folgende Gleichungen:

für Januar $t\varphi = -\ 7°{,}23 + 39°{,}05\ cos^2\varphi$

\- Februar $t\varphi = -\ 9\ {,}83 + 43\ {,}70\ cos^2\varphi$

\- März $t\varphi = -11\ {,}28 + 44\ {,}84\ cos^2\varphi$

\- April $t\varphi = -11\ {,}32 + 41\ {,}64\ cos^2\varphi$

11) Die Temperaturwerthe für 30° s. Br. sind um einen Monat vorgeschoben, weil hier der August der kälteste Monat zu seyn scheint, auch ist dann die Summe der Quadrate der Differenzen zwischen diesen Werthen und denen, aus welchen sie berechnet sind, geringer, als wenn diese Verschiebung nicht stattfindet, was für die höheren Breiten sich anders verhält. Man vergleiche den weiter unten mitgetheilten Gang der Temperatur zu Lima.

für Mai $t\varphi = -\ 7^{\circ},73 + 32^{\circ},10\ cos^2\varphi$
- Juni $t\varphi = -\ 9\ ,61 + 32\ ,75\ cos^2\varphi$
- Juli $t\varphi = -\ 7\ ,95 + 28\ ,78\ cos^2\varphi$
- August $t\varphi = -\ 6\ ,63 + 26\ ,82\ cos^2\varphi$
- September $t\varphi = -\ 5\ ,97 + 27\ ,21\ cos^2\varphi$
- October $t\varphi = -\ 5\ ,86 + 29\ ,37\ cos^2\varphi$
- November $t\varphi = -\ 5\ ,98 + 32\ ,59\ cos^2\varphi$
- December $t\varphi = -\ 5\ ,14 + 33\ ,55\ cos^2\varphi$
- das Jahr $t\varphi = -\ 8\ ,38 + 35\ ,20\ cos^2\varphi$.

Die Ausdrücke für die Gegend zwischen 55° un 50° sind:

für Januar $t\omega = +\ 1^{\circ},93 + 15^{\circ},44\ cos^2\varphi$
- Februar $t\varphi = +1\ ,83 + 15\ ,44\ cos^2\varphi$
- März $t\varphi = +0\ ,54 + 16\ ,62\ cos^2\varphi$
- April $t\varphi = -2\ ,14 + 20\ ,19\ cos^2\varphi$
- Mai $t\varphi = -4\ ,42 + 22\ ,56\ cos^2\varphi$
- Juni $t\varphi = -6\ ,20 + 24\ ,94\ cos^2\varphi$
- Juli $t\varphi = -6\ ,50 + 24\ ,94\ cos^2\varphi$
- August $t\varphi = -6\ ,20 + 24\ ,94\ cos^2\varphi$
- September $t\varphi = -5\ ,01 + 23\ ,75\ cos^2\varphi$
- October $t\varphi = -2\ ,64 + 20\ ,19\ cos^2\psi$
- November $t\varphi = -1\ ,04 + 19\ ,00\ cos^2\varphi$
- December $t\varphi = +1\ ,32 + 15\ ,44\ cos^2\varphi$
- das Jahr $t\varphi = +3\ ,12 - 22\ ,56\ cos^2\varphi$

Vergleichen wir jetzt die wirklichen Beobachtunge mit den aus diesen Ausdrücken sich ergebenden Gröfsen:

J a n u a r.

s. Breite	beob.	ber.	Differ.	s. Breite	beob.	ber.	Differ
56° 19′	7°,0	6°,7	−0°,3	49° 4′	8°,3	9°,5	+1°
56 17	7 ,1	6 ,7	−0 ,4	43 54	12 ,8	13 ,0	+0
56 13	6 ,3	6 ,7	+0 ,4	42 9	15 ,3	14 ,2	−1
55 9	7 ,8	7 ,0	−0 ,8	41 16	16 ,1	14 ,8	−1
54 46	7 ,2	7 ,0	−0 ,2	37 19	16 ,6	17 ,4	+0
54 31	8 ,0	7 ,1	−0 ,9				
52 3	7 ,0	7 ,8	+0 ,8				
50 19	8 ,3	8 ,2	−0 ,1				
49 4	8 ,3	8 ,6	+0 ,3				

März.

s. Breite		beob.	ber.	Differ.	s. Breite		beob.	ber.	Differ.
56°	3'	3°,5	5°,7	+2°,2	55°	0'	5°,0	6°,0	+1°,0
55	56	4 ,3	5 ,7	+1 ,2	50	0	6 ,3	7 ,4	+1 ,1
55	52	3 ,5	5 ,8	+2 ,3	48	0	7 ,2	8 ,0	+0 ,8

April.

s. Breite		beob.	ber.	Differ.	s. Breite		beob.	ber.	Differ.
57°	57'	2°,0	3°,5	+1°,0	45°		10°,6	9°,5	−1°,1
55	52	6 ,6	4 ,2	−2 ,4	42		11 ,9	11 ,7	−0 ,2
53	38	5 ,0	5 ,0	0 ,0	39		12 ,5	13 ,8	+1 ,3
					37		17 ,9	15 ,2	−2 ,7
					33		16 ,8	17 ,9	+1 ,1
					33		17 ,7	17 ,9	+0 ,2

Mai.

s. Breite	beob.	berechn.	Differ.
37°	15°,5 [8])	12°,7	−2°,8
33	16 ,3 [8])	14 ,8	−1 ,5

Juni.

s. Breite	beob.	berechn.	Differ.
37°	13°,8 [8])	11°,3	−2°,5
33	13 ,6 [8])	13 ,4	−0 ,2

Juli.

s. Br.	beob.	ber.	Differ.	s. Br.	beob.	ber.	Differ.
55°	1°,8	1°,7	−0°,1	47°	4°,6	5°,4	+0°,8
50½	3 ,5	3 ,6	+0 ,1	42	8 ,3	7 ,9	−0 ,4
47	4 ,6	5 ,1	+0 ,5	41	9 ,0	8 ,9	−0 ,1
				37	11 ,2	10 ,4	−0 ,8
				35	11 ,3	11 ,4	+0 ,1
				33	11 ,5	12 ,3	+0 ,8

August.

s. Br.	beob.	ber.	Differ.	s. Br.	beob.	ber.	Differ.
55°	3°,5	2°,0	−1°,5	45°	9°,3	6°,8	−2°,5
50	7 ,9	4 ,4	−3 ,5	39	10 ,6	9 ,5	−1 ,1
45	9 ,3	6 ,8	−2 ,5	37	10 ,8	10 ,5	−0 ,3
				34	13 ,0	11 ,8	−1 ,2
				33	11 ,4	12 ,2	+0 ,8

September.

s. Breite	beob:	berechn.	Differ.
33°	13°,2	13°,2	0°,0
37	10 ,9	13 ,4	—0 ,5
42	8 ,3	9 ,0	+0 ,7

October.

33°	14°,5	14°,8	+0°,3
37	12 ,8	12 ,9	+0 ,1
42	10 ,5	10 ,3	—0 ,2

November.

42°	11°,9 [10])	12°,0	+0°,1

December.

s. Breite	beob.	ber.	Differ.	s. Breite	beob.	ber.	Differ.
59° 20′	5°,7	5°,3	—0°,4	58° 1′	6°,9	5°,6	—1°,3
58 57	7 ,0	5 ,4	—1 ,6	57 34	6 ,5	5 ,8	—0 ,7
58 44	6 ,3	5 ,4	—0 ,9	57 26	8 ,0	5 ,8	—2 ,2
58 13	5 ,2	5 ,5	+0 ,3	54 31	6 ,8	6 ,5	—0 ,3
58 5	7 ,1	5 ,6	—1 ,5				

Mittelst Anwendung dieser 26 Ausdrücke erhalten wir folgende Tafel:

südl. Breite	55°	50° [12])	45°	40°	35°	30°
Januar	7°,0	8°,6	12°,3	15°,7	19°,0	22°,0
Februar	6 ,9	8 ,2	12 ,0	15 ,8	19 ,5	22 ,9
März	6 ,0	7 ,3	11 ,1	15 ,0	18 ,8	22 ,3
April	4 ,5	6 ,0	9 ,5	13 ,2	16 ,6	19 ,9
Mai	3 ,0	5 ,2	8 ,3	11 ,1	13 ,8	16 ,4
Juni	2 ,0	4 ,0	6 ,8	9 ,6	12 ,3	15 ,0
Juli	1 ,7	3 ,9	6 ,4	9 ,2	11 ,4	13 ,6
August	2 ,0	4 ,2	6 ,8	9 ,1	11 ,4	13 ,5
September	2 ,8	5 ,0	7 ,6	10 ,0	12 ,3	14 ,4
October	4 ,0	6 ,0	8 ,8	11 ,4	13 ,8	16 ,2
November	5 ,2	7 ,1	10 ,3	13 ,1	15 ,9	18 ,5
December	6 ,4	8 ,2	11 ,6	14 ,5	17 ,4	20 ,0

12) Es ist zu den Gröſsen dieser Spalte das Mittel zwischen den aus beiden Formeln sich ergebenden genommen.

südl. Breite	55°	50°	45°	40°	35°	30°
Jahr	4°,3	6°,2	9°,2	12°,3	15°,2	18°,0
Winter [12a]	1°,9	4°,1	6°,7	9°,4	11°,7	13°,8
Frühling	4 ,8	6 ,2	8 ,9	13 ,0	15 ,7	18 ,2
Sommer	6 ,8	8 ,3	12 ,0	15 ,5	19 ,3	22 ,4
Herbst	4 ,5	6 ,2	9 ,6	11 ,3	14 ,2	17 ,1

Für den Raum zwischen dem 33sten und 12ten Grade der Breite sind mir folgende Beobachtungen bekannt:

December [13]).

südl. Breite	beob.	ber.	Differenz
32°	17°,5	18°,2	+0°,5
31	18 ,5	18 ,5	0 ,0
30	19 ,0	18 ,9	—0 ,1
29	19 ,0	19 ,2	+0 ,2
28	20 ,6	19 ,5	—1 ,1
27	19 ,6	19 ,8	+0 ,2
25	20 ,6	20 ,4	—0 ,2
23	21 ,2	21 ,0	—0 ,2
22	21 ,6	21 ,3	—0 ,3
20	20 ,6	21 ,8	+1 ,2
18	22 ,0	22 ,3	+0 ,3
17	24 ,7	22 ,3	—2 ,2
12°,3 [14])	22°,2	23°,4	+1°,2

Aus den Beobachtungen geht die Gleichung hervor:

$$t\varphi = +2°{,}50 + 21°{,}84 \cos^2 \varphi,$$

nach welcher die berechneten Werthe bestimmt sind.

12a) Winter sind die drei kältesten Monate (also von 55° bis 45° Juni, Juli, August; von 40° bis 30° Juli, August, September), Sommer die drei wärmsten (also von 55° bis 45° December, Januar, Februar; von 40° bis 30° Januar, Februar, März), Frühling und Herbst die dazwischen liegenden Zeiten.

13) Die Mittel aus den einzelnen Beobachtungen des Hrn. Dirckinck von Holmfeld vom 16. bis 31. December 1824, mitgetheilt in Meyen's Reise, II, S. 49. 50.

14) Beobachtungen von Alexander von Humboldt, in dessen Memoir über Meeresströme bei Berghaus L. u. V. k. I, 583.

M ä r z.

23°	3′	19°,1 [15])
20	17	22 ,9 [15])
12	3	21 ,0 [16]).

Es läfst sich aus diesen wenigen Beobachtungen noch kein Gesetz entwickeln, weil nach denselben $b\cos^2\varphi$ negativ werden würde.

A p r i l.

16° 22°,0 [17])

Beobachtungen im Callao, dem Hafen von Lima, unter 12° 3′ südlicher Breite.

Januar	23°,3 [16])	August	16°,5 [16])
März	21 ,0 [16])	November	20 ,2 [19])
Mai	19 .2 [18])	December	22 ,2 [14])
Juni	18 ,2 [16])		

Die Beobachtungen vom December, März und April stehen zu isolirt da, um einen Anhalt zur ferneren Untersuchung zu gewähren; dagegen sind die vom Callao, so sehr sie auch zusammengesucht sind, einigermafsen dazu zu benutzen. Schon aus einer oberflächlichen Betrachtung derselben scheint hervorzugehen, dafs der jährliche Gang der Temperatur hier sich auf ähnliche Weise

15) Mittel aus den Beobachtungen des Hrn. Meyen am 23., 25. März 1831, in Meyen's Reise, II, S. 50. 51.

16) Beobachtung des Hrn. von Dirckinck, in von Humboldt's Memoir über Meeresströme, bei Berghaus L. u. V. k., I, S. 586.

17) Mittel aus den Beobachtungen des Hrn. Meyen am 28. April 1831 Meyen's Reise, II, S. 48.

18) Mittel aus den Beobachtungen des Hrn. Meyen am 3. Mai 1831. Daselbst S. 54.

19) Mittel aus v. Humboldt's Beobachtungen (3 Tage) in Hamb. Reise, Bd. V S. 618 Tab. IX, und desselben bei Berghaus, L. u. V. k. I, S. 576.

verhalte, als in den Gegenden aufserhalb der Wendekreise, und wir werden in dieser Ansicht durch eine vollständige Beobachtungsreihe für Lima vom Jahre 1799 und 1800 bestärkt, welche Hr. Berghaus [20]) nach einer handschriftlichen Mittheilung Al. v. Humboldt's bekannt gemacht. Berechnen wir daraus, mit Anwendung der Horner'schen Coëfficienten, die einzelnen Monatstemperaturen, und ordnen die erhaltenen Werthe so (wie es oben für 30° südl. Breite [11]) geschehen ist), dafs, statt Januar, August u. s. w. gesetzt wird, so ergeben sich die in der folgenden kleinen Tafel mit berechnet bezeichneten Werthe:

Lima.

Monat	beob.	ber.	Differ.	Monat	beob.	ber.	Differ.
Jan.	25°,6	25°,3	—0°,3	Juli	20°,3	19°,4	—0°,9
Febr.	26 ,6	26 ,6	0 ,0	Aug.	19 ,6	18 ,9	—0 ,7
März	26 ,7	26 ,4	—0 ,3	Sept.	19 ,0	19 ,4	+0 ,4
April	25 ,2	25 ,1	—0 ,1	Oct.	20 ,7	20 ,5	—0 ,2
Mai	23 ,0	22 ,9	—0 ,1	Nov.	22 ,2	22 ,1	—0 ,1
Juni	20 ,2	20 ,4	+0 ,2	Dec.	23 ,8	23 ,9	+0 ,1

Die Uebereinstimmung der beobachteten und der berechneten Gröfsen ist hier so auffallend, dafs es wahrscheinlich wird, dafs man ohne bedeutenden Irrthum dasselbe Verfahren für das nur 2 Leguas davon entfernte Callao anwenden könne. Wir erhalten dann:

Callao.

Monat	beob.	ber.	Differ.	Monat	beob.	ber.	Differ.
Jan.	23°,3	22°,6	—0°,7	Juli	—	17°,0	—
Febr.	—	23 ,5	—	Aug.	16°,5	16 ,6	+0°,1
März	21 ,0	23 ,4	+2 ,4	Sept.	—	17 ,0	—
April	—	22 ,1	—	Oct.	—	18 ,0	—
Mai	19 ,2	20 ,2	+1 ,0	Nov.	20 ,2	19 ,5	—0 ,7
Juni	18 ,2	18 ,3	+0 ,1	Dec.	22 ,2	21 ,1	—1 ,1
				Jahr	—	19°,9	—

1) Berghaus, L. u. V. k. I, S. 589.

Aufser der bedeutenden Abweichung im März, die uns nicht eben befremden kann, da, nach Hrn. Meyens Beobachtungen, schon unter 20° 17′ südl. Breite sich ein Tagesmittel von 22°,9 — also fast um 2° höher, als hier unter 12° 3′ südl. Breite — ergeben hat, stimmen die beobachteten und die berechneten Werthe so gut überein, als es hier überhaupt nur erwartet werden kann. Wir werden daher die so erhaltenen Gröfsen mit den oben für den 30sten Grad gewonnenen zur Bestimmung der Temperatur zwischen 30° und 12° südl. Breite benutzen, und finden daraus folgende Ausdrücke:

Januar	$t\varphi = +19^{\circ},82 + 2^{\circ},91 \cos^2\varphi$
Februar	$t\varphi = 20,72 + 2,91 \cos^2\varphi$
März	$t\varphi = 18,31 + 5,33 \cos^2\varphi$
April	$t\varphi = 11,91 + 10,66 \cos^2\varphi$
Mai	$t\varphi = 2,59 + 18,42 \cos^2\varphi$
Juni	$t\varphi = 3,00 + 16,00 \cos^2\varphi$
Juli	$t\varphi = 1,24 + 16,48 \cos^2\varphi$
August	$t\varphi = 2,24 + 15,02 \cos^2\varphi$
September	$t\varphi = 4,95 + 12,60 \cos^2\varphi$
October	$t\varphi = 9,56 + 8,72 \cos^2\varphi$
November	$t\varphi = 14,87 + 4,84 \cos^2\varphi$
December	$t\varphi = 16,00 + 5,33 \cos^2\varphi$
Jahr	$t\varphi = 11,10 + 9,21 \cos^2\varphi$.

Vergleichen wir wieder die wirklichen Beobachtungen mit den aus diesen Ausdrücken hervorgehenden Werthen, so ergiebt sich:

December.

s. Br.	beob.	ber.	Differ.	s. Br.	beob.	ber.	Differ.
32°	17°,5	19°,8	+2°,3	25°	20°,6	20°,4	—0°,2
31	18 ,5	19 ,9	+1 ,4	23	21 ,2	20 ,5	—0 ,7
30	19 ,0	20 ,0	+1 ,0	22	21 ,6	20 ,6	—1 ,0
29	19 ,0	20 ,1	+1 ,1	20	20 ,6	20 ,7	+0 ,1
28	20 ,6	20 ,1	—0 ,5	18	22 ,0	20 ,8	—1 ,2
27	19 ,6	20 ,2	+0 ,6	17	24 ,7	20 ,9	—3 ,8

März.

südl. Breite	beob.	ber.	Differenz
23° 3′	19°,1	22°,8	+3°,7
20 17	22 ,9	23 ,0	+0 ,1

April.

16°	22°,0	21°,7	—0°,3.

Die in der nachfolgenden kleinen Tafel enthaltenen Werthe sind aus den eben gewonnenen 13 Gleichungen gefunden:

südliche Breite.	25°	20°	15°	10°	5°
Januar	22°,2	22°,4	22°,5	22°,6	
Februar	23 ,1	23 ,3	23 ,4	23 ,5	
März	22 ,7	23 ,0	23 ,3	23 ,5	
April	20 ,7	21 ,3	21 ,8	22 ,2	
Mai	17 ,7	18 ,8	19 ,7	20 ,4	
Juni	15 ,7	16 ,7	17 ,5	18 ,1	
Juli	14 ,8	15 ,8	16 ,8	17 ,2	
August	14 ,6	15 ,5	16 ,2	16 ,8	
September	15 ,3	16 ,1	16 ,7	17 ,2	
October	16 ,7	17 ,3	17 ,7	18 ,0	
November	18 ,8	19 ,1	19 ,4	19 ,6	
December	20 ,4	20 ,7	20 ,9	21 ,2	
Jahr	18°,7	19°,2	19°,7	20°,0	20°,2
Winter	14°,9	15°,8	16°,6	17°,1	
Frühling	18 ,6	19 ,0	19 ,3	19 ,6	
Sommer	22 ,7	22 ,9	23 ,1	23 ,2	
Herbst	18 ,0	18 ,9	19 ,7	20 ,3	

Noch weiter nach dem Aequator zu finden wir folgende Beobachtungen:

December[21]).

s. Br.	beob.	ber.	Differ.	s. Br.	beob.	ber.	Differ.
3° 25′	26°,8	—	—	8° 48′	23°,7	23°,2	—0°,5
4 32	21 ,0	23 ,6	+2 ,6	9 50	23 ,0	23 ,1	+0 ,1
4 42	22 ,2	23 ,6	+1 ,4	9 55	22 ,3	23 ,0	+0 ,7
6 26	23 ,0	23 ,5	+0 ,5	11 19	23 ,5	22 ,8	—0 ,7
7 49	24 ,5	23 ,4	—1 ,1	12 3	22 ,2	22 ,5	+0 ,3

Aus den Beobachtungen von 6° 26′ bis 12° 3′ ergiebt sich die Gleichung:

$$t\varphi = -6°{,}42 + 30°{,}37 \cos^2\varphi,$$

wonach die berechneten Werthe gefunden sind. Die Beobachtungen von 3° 25′ bis 4° 42′ mufsten aus der Rechnung gelassen werden, erstere, weil hier die Humboldtströmung aufgehört hat einzuwirken, die beiden letzteren, weil sie zufällig so niedrig sind, dafs $b \cos^2\varphi$ negativ geworden wäre.

April[22]).

s. Breite	beob.	ber.	Differ.
0° 50′	27°,0	—	—
1 2	27 ,0	—	—
2 34	25 ,7	—	—
5 5	23 ,8	23 ,4	—0 ,4
6 58	22 ,7	23 ,3	+0 ,6
8 33	23 ,9	23 ,2	—0 ,7
16 0	22 ,0[17])	22 ,5	+0 ,5

Aus den vier letzten Beobachtungen ist:

$$t\varphi = 11°{,}54 + 11°{,}92 \cos^2\varphi.$$

Es mufste das Mittel aus den Meyen'schen Beobachtungen von 16° s. Br. dazu genommen werden, weil

21) Beobachtungen Alexanders von Humboldt im Jahre 1802 auf der Fahrt vom Callao nach Guayaquil, in dessen Memoir über Meeresströme, bei Berghaus, L. u. V. k. I, 583.

22) Wahre Mittel aus den Beobachtungen des Hrn. von Dirckinck im Jahre 1825, L. u. V. k. I, S. 587.

sonst $b\,cos^2\,\varphi$ wieder negativ geworden wäre. Die drei ersten Beobachtungen aber dürfen wir aus dem vorher angeführten Grunde (wegen des restirenden Einflusses der Humboldtströmung) nicht dazu nehmen.

Wenn nun auch diese beiden Beobachtungsreihen nicht genügen, um den jährlichen Gang der Temperatur in dieser Gegend daraus abnehmen zu können, so zeigen sie doch deutlich, dafs jenseits 4° 32' der Einflufs der Humboldtströmung auf die Depression der Temperatur aufgehört hat, und dafs von hier an wieder die allgemeinen Gesetze eintreten.

Wir schliefsen diesen kleinen Aufsatz mit einer Zusammenstellung des auf die gezeigte Weise gefundenen Ganges der Temperatur an der Westseite von Südamerika mit dem an der Ostseite, wie letzterer nach den schätzbaren Untersuchungen des Herrn **Berghaus** [23]) sich ergeben hat:

21) Berghaus, L. u. V. k. I, S. 474.

Tafel

der Temperatur der Luft an der Ost- und Westseite von Südamerika.

Breite	Jahr		Winter		Frühling		Sommer		Herbst	
	östlich	westlich	östlich	westlich	östlich	westlich	östlich	westlich	östlich	westlich
0°	26°,8	—	26°,6	—	26°,8	—	27°,0	—	26°,9	—
5	26 ,4	20°,2	26 ,0	—	26 ,3	—	26 ,9	—	26 ,6	—
10	26 ,0	20 ,0	25 ,2	17°,1	25 ,6	19°,6	26 ,9	23°,2	26 ,3	20°,3
15	24 ,9	19 ,7	23 ,7	16 ,6	25 ,0	19 ,3	25 ,6	23 ,1	25 ,5	19 ,7
20	23 ,9	19 ,2	21 ,6	15 ,8	24 ,9	19 ,0	25 ,4	22 ,9	23 ,8	18 ,9
25	21 ,4	18 ,7	20 ,5	14 ,9	21 ,7	18 ,6	22 ,5	22 ,7	20 ,8	18 ,0
30	20 ,6	18 ,0	19 ,0	13 ,8	21 ,6	18 ,2	22 ,1	22 ,4	19 ,6	17 ,1
35	16 ,8	15 ,2	13 ,5	11 ,7	15 ,1	15 ,7	19 ,8	19 ,3	18 ,7	14 ,2
40	14 ,3	12 ,3	10 ,6	9 ,4	14 ,0	13 ,0	17 ,8	15 ,5	15 ,0	11 ,3
45	8 ,7	9 ,2	5 ,5	6 ,7	8 ,6	8 ,9	12 ,0	12 ,0	8 ,6	9 ,6
50	6 ,8	6 ,2	3 ,8	4 ,1	6 ,0	6 ,2	10 ,8	8 ,3	6 ,5	6 ,2
55	4 ,1	4 ,3	1 ,0	1 ,9	3 ,0	4 ,8	6 ,8	6 ,8	2 ,5	4 ,5

1840. ANNALEN №. 11.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND LI.

I. *Ueber Elektricität durch Vertheilung;* *von Gustav Theodor Fechner.*

Nachdem durch die Versuche von Ohm und Riefs die Streitfrage über die gebundene Elektricität erledigt schien, ist durch Knochenhauer's Versuche in diesen Annalen, Bd. XXXXVII S. 444, der Gegenstand wieder in Frage gestellt worden; indem derselbe, in Widerspruch mit jenen Beobachtern, aus seinen Beobachtungen folgern zu müssen glaubt: 1) »dafs, wenn zwei entgegengesetzte Elektricitäten sich je nach ihrer Distanz vollständig binden, sie alle Wirkung nach aufsen verlieren und allein in Beziehung auf einander stehen, die vorzüglich als gegenseitige Anziehung sich äufsert;« 2) »dafs der Ueberschufs von freier Elektricität, der sich auf der einen Seite findet und nach aufsen wirkt, seine Wirkungssphäre nach der zweiten Fläche zu, auf der nur gebundene Elektricität vorhanden ist, nicht über dieselbe hinaus erstreckt; denn im entgegengesetzten Falle würde er noch mehr Elektricität binden, bis seine Wirkung nach dieser Seite getilgt wäre.«

Unstreitig wäre es Schade, wenn es sich verhielte, wie Knochenhauer angiebt, indem die, nur erst wieder gewonnene, Klarheit über die wichtigsten Verhältnisse der Elektricität uns dadurch wieder verloren ginge, die schönen Untersuchungen Poisson's dadurch unbrauchbar würden u. s. w.; aber glücklicherweise verhält es sich nicht so, und ich zweifle nicht, dafs Knochenhauer selbst diefs zugestehen wird, wenn sich nachweisen läfst, dafs zwar seine Beobachtungen ganz richtig, aber nicht mit hinreichend empfindlichen Apparaten an-

gestellt sind. Es läfst sich aber, dünkt mich, selbst theoretisch nach der von Knochenhauer bestrittenen Ansicht voraussehen, dafs nur von empfindlichen Elektroskopen eine Anzeige unter den Verhältnissen erwartet werden kann, wo Knochenhauer solche vermifste.

Es ist in Wahrheit sehr frappant zu sehen, wie die lebhafteste Anziehung, die eine stark geriebene dicke Siegellackstange oder der Knopf einer geladenen Leidner Flasche auf ein an einem Leinenfaden herabhängendes Hollundermarkkügelchen oder selbst auf ein hängendes Goldblatt äufsert, plötzlich ganz verschwunden scheint, wenn man eine nicht isolirte breite Metallplatte so zwischen den elektrischen und den elektroskopischen Körper einschiebt, dafs, wenn der elektrische Körper ein leuchtender Körper wäre, der elektroskopische sich im Schatten der Platte befinden würde (was ich der Kürze halber im Folgenden durch den Ausdruck: *elektrischer Schatten* bezeichnen will); und wie es sich auch in Betreff des fraglichen Punktes verhalten mag, so ergiebt sich hieraus jedenfalls ein für die Praxis sehr nützliches (auch bei den folgenden Untersuchungen mehrfach von mir angewandtes) Mittel, wenn man in Gegenwart elektrischer Körper zu operiren hat, den Einflufs derselben bis zum Unmerklichen zu neutralisiren [1]).

So sehr mich selbst anfangs diefs Phänomen überraschte, so stellte ich doch bald folgende Betrachtung

1) Die Thatsache selbst ist übrigens, wie ich später gefunden habe, schon seit längerer Zeit bekannt. Dufay gründete darauf ein Mittel, leitende Flächen von nichtleitenden zu unterscheiden, wie man in seinen Abhandlungen in den *Mém. de l'Acad. de Paris* nachlesen kann. Als ein einfacher hiermit in Bezug stehender Collegienversuch mag folgender erwähnt werden. Man reibe eine Siegellackstange stark und wickle sie dann fest in Stanniol ein. Sie wird, isolirt am Stanniol angefafst, nicht die geringsten elektrischen Wirkungen äufsern, dieselben aber sogleich wieder in der ursprünglichen Stärke hervortreten lassen, wenn man sie aus dem Stanniol herausnimmt.

an: Die vertheilende Elektricität wirkt auf den elektroskopischen Körper *mit gröfserer Stärke*, die durch Vertheilung erweckte (kurz: *vertheilte*) entgegengesetzte Elektricität der Platte *aus gröfserer Nähe*. Ungeachtet nun, wie Knochenhauer richtig bemerkt, mit keinem Gesetze der elektrischen Anziehung verträglich wäre, dafs diese Einflüsse sich für alle Entfernungen des elektroskopischen Körpers genau compensirten, so wäre es doch möglich, dafs diese Compensation angenähert genug für alle Entfernungen wäre, um die Wahrnehmung einer Wirkung nur noch durch die empfindlichsten Prüfungsmittel zu gestatten.

Bekanntlich hat Poisson durch eine Herleitung aus den bestrittenen Principien selbst nachgewiesen, dafs Körper, die sich im Innern einer leitenden (isolirten) Hohlkugel eingeschlossen finden, von Körpern aufserhalb der Hohlkugel gar nicht mehr afficirt werden können, wo sich auch die Körper innerhalb und aufserhalb der Hohlkugel respective befinden mögen. Denken wir uns die Hohlkugel sehr grofs, so wird das Stück derselben, was sich zwischen beiden Körpern befindet, merklich eben werden, die vertheilende ungleichartige Elektricität wird sich auf diesem Stücke der Hohlkugel sammeln, die gleichartige in der übrigen Oberfläche der grofsen Hohlkugel zerstreuen. Es leuchtet ein, dafs eine breite Platte, die wir zwischen beide Körper einschieben und mit dem Erdboden (der hier zum Ersatz des übrigen Theils der Hohlkugel dient) in Verbindung setzen, eine, zwar mechanisch keineswegs gleiche, aber doch sehr ähnliche Anordnung darbietet, von der sich auch wenigstens eine sehr angenäherte Compensation erwarten lassen wird. Da aber die Compensation in der That nicht genau seyn kann, indem sie eben nur für eine wirkliche Kugel genau ist, so galt es, die Abweichung nachzuweisen. Nun finde ich schon unter Faraday's Versuchen (elfte Reihe, Annalen, Bd. XXXXVI)

einige, die mit Knochenhauer's Angaben in Widerspruch stehen; da aber Knochenhauer selbst hiedurch von der Veröffentlichung der seinigen nicht abgehalten worden ist, so dürfte folgende Bestätigung und Erweiterung jener Versuche, bei der sich mir Gelegenheit auch zu mancher neuen Beobachtung darbot, nicht überflüssig seyn. Zu den meisten dieser Versuche hat mir das ausnehmend empfindliche Elektroskop mit trockner Säule gedient, dessen ich mich zu Anstellung der galvanischen Fundamentalversuche ohne Condensator bediene. Täuschungen, welche durch die Beschaffenheit dieses Instruments hervorgehen könnten, sind überhaupt, wenn man nur einigermaſsen mit Umsicht verfährt, so leicht zu vermeiden, daſs ich keinen daher entnommenen Einwand als gültig anerkennen kann; überdieſs wurden, wo die Empfindlichkeit eines guten Goldblatt-Elektrometers zureichte, die Resultate auch an diesem bestätigt. Wo die Uebertragung der Elektricität mittelst einer Prüfungsplatte geschah, wurden Gegenversuche nie vernachlässigt, ob nicht die Prüfungsplatte für sich, etwa durch eine Ladung, welche der Gummilackstiel bei vorhergehenden Versuchen oder durch Reibung mit dem Finger angenommen haben konnte, schon einen Ausschlag gäbe.

Knochenhauer konnte keine Anziehungswirkungen am äuſsern Beleg einer Leidner Flasche wahrnehmen. Dieſs ist ein sicherer Beweis, daſs seine elektroskopische Vorrichtung sehr wenig empfindlich war, oder wenigstens dieser Versuch nicht hinreichend abgeändert wurde; denn man kann sogar ziemlich lebhafte Anziehungswirkungen daran beobachten, wenn man nur mit Vorsichten, wie folgende sind, verfährt.

Die Flasche (ein Glascylinder, inwendig gleich hoch als auswendig belegt, mit gefirniſstem unbelegten Rande, von verschiedenem Caliber angewandt) wird geladen, isolirt, der Draht mit der Kugel herausgezogen, damit von ihm keine Wirkung ausgehe, dann der äuſsere Be-

leg mit dem Erdboden in Verbindung gesetzt, so dafs er sicher keine freie Elektricität behält. Nähert man nun dem äufseren Belege eine, an einem Isolirgriff gehaltene Probeplatte, berührt sie in dieser Nähe, hebt die Berührung wieder auf und bringt sie isolirt an das Elektroskop, so zeigt sie immer negative Elektricität, zum Beweise, dafs eine überwiegende positive Wirkung stattfindet. Diese Wirkung ist sehr lebhaft, wenn die Platte dem äufseren Belege in der Nähe seines oberen Randes (wo es vom unbelegten Theile begränzt wird) gegenübergehalten wird, und nimmt an Stärke ab, wenn man den Versuch mit tieferen Lagen der Platte anstellt. Nähert man diesem oberen Rande geradezu einen Streifen Blattgold oder ein, an einem Leinenfaden schwebendes Hollundermarkkügelchen, so zeigt sich die lebhafteste Anziehung. Sie ist so lebhaft, dafs ich bei Anwendung einer kleinen Flasche von etwa 3 Zoll Durchmesser, 6 Zoll Höhe des Belegs und $1\frac{3}{4}$ Zoll Höhe des unbelegten Randes das hängende Hollundermarkkügelchen schon aus einer Entfernung von mehr als 5 Zoll seine Anziehung beginnen sah. Eben so erhält man den lebhaftesten positiven Ausschlag, wenn man die Flasche mit den Händen am äufseren Beleg fafst, und mit einem dem oberen Rande nahen Theile dieses Belegs den Knopf eines Elektrometers berührt.

Inzwischen sind es nicht diese Versuche, welche etwas gegen Knochenhauer beweisen. Alle diese relativ starken Wirkungen hängen nämlich blofs von freier positiver Elektricität ab, die sich über den unbelegten Rand der Flasche, im Fall der Nichtisolirung des äufseren Belegs, verbreitet [1]). Man beweist diefs leicht dadurch, dafs man die Prüfungsplatte durch eine darüber gehaltene, nicht isolirte Metallplatte in den elektrischen Schat-

1) Diese sehr beträchtliche Elektricität des unbelegten Randes zeigt manche interessante Verhältnisse, von denen ich ein anderes Mal zu sprechen Gelegenheit nehmen werde.

ten in Bezug zum unbelegten Rande einsetzt. Alle jene lebhaften Wirkungen sind dann mit einem Male verschwunden, selbst wenn man die Prüfungsplatte dem oberen Rande des Belegs nähert. Zwar erhalte ich auch hier noch schwache, obwohl für das Säulenelektroskop ganz constante Wirkungen, mit Annäherung der isolirten Prüfungsplatte, die jetzt in der That Beweiskraft erhalten; aber da sich wirksamere Methoden angeben lassen, die gesuchte Elektricität wahrnehmbar zu machen, so will ich nicht dabei verweilen.

Folgendes nun sind Anordnungen, welche die verlangten Wirkungen ganz unzweideutig wahrzunehmen gestatten.

Ich nahm eine runde Metallscheibe von 9 Par. Zoll 4 Lin. Durchmesser und ungefähr 0,8 Lin. Dicke, isolirte sie dadurch, dafs ich sie horizontal mit der Mitte auf die obere Basis eines aufrecht gestellten Siegellackcylinders von 1,3 Zoll Durchmesser, und 4 Zoll Höhe, den ich *C* nennen will, legte, setzte drei kleine Siegellacksäulen von 1 Zoll Höhe auf die Scheibe, und legte auf diese Träger eine zweite, der ersten gleiche Metallscheibe, die sich also in 1 Zoll Abstand von der ersten befand. Die untere Scheibe ward jetzt, während die obere mit dem Erdboden communicirte, durch momentane Berührung mit dem Knopfe einer Leidner Flasche geladen, und nun der oberen Platte, die fortwährend mit dem Boden in Verbindung blieb [1]), eine isolirte Prüfungsplatte von oben genähert, dann, nach augenblicklicher Berührung ihrer Rückseite mit dem Finger, zurückgezogen und dem Elektroskop dargeboten, um die durch Vertheilung er-

1) Bald durch einen, sie in der Nähe des Randes auf der oberen Fläche berührenden, nach aufwärts geführten, bald (ohne dafs diefs die Art der Resultate änderte) durch einen, sie in der Mitte berührenden, etwas schief gegen die Verticale (um der Prüfungsplatte Raum zu geben) aufwärts geführten, durch einen leitenden Umweg mit dem Boden communicirenden, Draht.

weckte Elektricität an dieses zu übertragen [1]). Das Elektroskop befand sich selbst, mittelst eines nicht isolirten Schirms, im elektrischen Schatten in Bezug auf die untere Scheibe. Das Elektroskop erhielt dadurch stets negative Elektricität mitgetheilt, Beweis der überwiegenden positiven Wirkung der unteren Scheibe. Diese Elektricität war nicht dann am stärksten, wenn die Prüfungsplatte der oberen Scheibe recht nahe, oder mit ihr in Berührung, sondern wenn sie in einigen Zollen Höhe darüber erhoben war; und sie gab, wenn eine etwas grofse Prüfungsplatte (von $3\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser) angewandt wurde, nicht nur sehr lebhafte Ausschläge am Säulenelektrometer, sondern vermochte auch ein gutes Goldblattelektrometer bis zu mehren Graden Divergenz zu bringen. Ueber die Entfernung des Maximums hinaus nahm die Wirkung langsam genug ab, um noch bis zu 4 Fufs Höhe über der oberen Scheibe eine Spur von Wirkung mittelst der Prüfungsplatte bemerken zu können. Dafs hiebei keine Täuschung obwaltete, wurde mehrfach dadurch verificirt, dafs das Elektroskop bei Berührung mit der Prüfungsplatte, wenn sie nicht zuvor in dem Wirkungskreise beider Metallscheiben gewesen, oder nicht in diesem Wirkungskreise berührt worden war, keine Spur von Ausschlag zeigte.

Später habe ich diese Versuche so wiederholt, dafs sich zwischen beiden Scheiben blofs Luft befand, indem ich die obere *cd* isolirt am Apparat Fig. 20 Taf. I, die untere auf dem daruntergestellten Isolirstabe Fig. 21 Taf. I horizontal befestigte, von welchen Vorrichtungen später die Rede seyn wird. Die Resulate waren, wie zu erwarten, dieselben.

Im Allgemeinen hielt ich bei allen diesen Versuchen die Prüfungsplatte mit ihrer Mitte gerade über die Mitte

1) Der Kürze halber will ich diese Methode, bei welcher die Prüfungsplatte die entgegengesetzte Elektricität von der annimmt, welche es nachzuweisen gilt, die *vertheilende* Anwendung derselben nennen.

der oberen Scheibe; die Wirkung wuchs aber noch beträchtlich, wenn ich sie viel mehr dem Rande näherte, so jedoch, dafs sie immer im elektrischen Schatten blieb.

Diese Versuche sind um so beweisender für die fragliche Wirkung, als die Ladung der beiden Metallscheiben nicht sehr beträchtlich ausfallen konnte; denn bei jedem Versuch einer beträchtlichen Ladung der unteren Scheibe sprang die Elektricität zur oberen über.

Die vorigen Versuche gelangen auch, wie ich mich speciell überzeugte, wenn gleich vor Annäherung der Prüfungsplatte die Isolirung der oberen Scheibe hergestellt würde. Doch ziehe ich es, um den Versuch rein zu haben, vor, auch während Darbietung der Prüfungsplatte die vertheilte Scheibe nicht isolirt zu lassen; denn wenn durch den Verlust an Luft und Träger sich die vertheilende Elektricität der unteren Scheibe mindert, wird dann auch etwas Elektricität auf der oberen Scheibe frei, welche den Versuch trüben könnte, wenn man nicht ihren Abflufs in die Erde gestattete. Ueberdiefs ändern sich, nach Wegziehen des berührenden Leiters, alle Verhältnisse der Vertheilung; es kann sogar neue, der vertheilenden Elektricität gleichartige Elektricität im vertheilten Leiter zum Vorschein kommen, wie weiter folgende Versuche beweisen werden. Die nachfolgenden Versuche sind daher im Allgemeinen bei fortgehends nicht isolirtem Zustand des vertheilten Körpers angestellt.

Dafs das Maximum der Wirkung in einiger Entfernung von der oberen Scheibe eintritt, kann nichts Auffallendes haben. Für alle Punkte der oberen Scheibe mufs die Wirkung der negativen Elektricität, die sie enthält, genau in Gleichgewicht seyn mit der Wirkung der positiven Elektricität der unteren Scheibe, sonst müfste mehr oder weniger Elektricität in der oberen Scheibe zersetzt werden und sich an ihr ansammeln, als es der Fall ist. Erhebt man aber die Prüfungsplatte über die obere Scheibe, so nimmt ihr Abstand von den Punkten

der oberen Scheibe in anderem Verhältnifs zu, als von denen der unteren Scheibe, daher fängt diese an zu überwiegen. Inzwischen kann die Wirkungszunahme mit Erhebung der Prüfungsplatte nur bis zu einem gewissen Maximum gehen, weil bei grofser Entfernung die Wirkung jeder Scheibe für sich schon verschwindet.

Ich habe die Versuche mit denselben Scheiben vielfach abgeändert, z. B. ihren Abstand bis auf 5 Lin. verkleinert und bis auf 10 Zoll vergröfsert, und immer das Ueberwiegen der vertheilenden Scheibe und den Umstand beobachtet, dafs erst in einer gewissen Entfernung von der vertheilten das Maximum der Wirkung eintrat. Aehnliche Resultate, abgesehen von Unterschieden der Stärke, lieferten auch runde Scheiben von 3 Zoll Durchmesser in verschiedenen Entfernungen.

Letzterwähnte Versuche mit den gröfseren Scheiben in den *gröfseren* Entfernungen wurden so angestellt, dafs beide *vertical*, blofs durch Luft getrennt, einander gegenüberstanden, die vertheilende isolirt, die vertheilte nicht isolirt. Unter Anderen wurde hiebei auch statt Anwendung der Prüfungsplatten das ganze Säulenelektroskop in den elektrischen Schatten der vertheilten Platte gestellt, und zeigte hiebei, in angemessene Entfernung gebracht, direct einen positiven Ausschlag, der bei gut getroffenen Abstands-Verhältnissen lebhaft genug war. Bewegte ich, während sich vertheilende Scheibe und Elektroskop hiebei in fester Lage befanden, die vertheilte nicht isolirte Scheibe zwischen beiden hin und her, so trat immer ein Maximum ein, wenn sich die vertheilte Scheibe ungefähr (denn genaue Messungen habe ich nicht angestellt) in der Mitte zwischen Elektroskop und vertheilender Scheibe befand. Alle diese Wirkungen sind so constant und augenfällig, dafs über ihre Statthaftigkeit gar kein Zweifel obwalten kann. Wer ein Säulenelektroskop von meiner Einrichtung besitzt, wird übrigens auch bei folgenden Methoden (zum Theil selbst

mittelst eines Goldblattelektroskops) leicht und consta
den verlangten Erfolg wahrnehmen.

Man halte über den Knopf einer geladenen, nic
isolirten Leidner Flasche eine Metallscheibe, und nähe
dieser von oben die Prüfungsplatte mit Vertheilung, s
dafs sie sich ganz im elektrischen Schatten der Schei
in Betreff nicht nur des Knopfs, sondern auch des ga
zen Umfangs der Flasche findet. Die Prüfungsplat
wird stets negativ geladen zurückgezogen werden, a
stärksten, wenn sie in einer gewissen Höhe über de
vertheilten Zwischenscheibe gehalten wurde, während ma
sie berührte.

Je kleiner diese Zwischenscheibe ist, desto stärke
fällt die Wirkung aus; auch nimmt sie wiederum zu
wenn man die Prüfungsplatte vielmehr dem Rande, al
der Mitte der Zwischenscheibe nähert. Auch bei diese
Versuchsweise habe ich die Elektricität an einem Gold
blattelektrometer nachzuweisen vermocht, wenn die Zwi
schenscheibe nicht zu grofs war.

Zwar nur schwache, aber ganz constante Wirkun
gen erhalte ich ferner auf folgende Weise. Der Siegel
lackcylinder *C* wird auf einer seiner Basen stark mi
Katzenfell gerieben und mit dieser Basis auf die Mitt
einer runden Metallscheibe von 4 Zoll Durchmesser ge
setzt. So werden beide in Verbindung über den Gipf
eines Säulenelektroskops gebracht (dessen Glocke nur
Zoll Durchmesser hat). Die Scheibe bleibt, indem si
mit der Hand gehalten wird, stets nicht isolirt, und da
Elektroskop wird ebenfalls so lange nicht isolirt erha
ten, bis eine der folgenden Bewegungen begonnen wir
So lange die geriebene Basis mit der Metallscheibe in B
rührung bleibt, zeigt sich keine Spur von Wirkung, ic
mag die Combination von beiden heben oder senken, wa
auch nicht anders erwartet werden kann. Halte ich abe
die Scheibe mit dem Siegellack ganz nahe über den G
pfel des Elektrometers, und erhebe dann den Siegellac

cylinder, während die Scheibe ihre Lage behält, so giebt das Goldblatt einen negativen (obwohl nicht bis zum Anschlag an die Polplatte gehenden) Ausschlag, der zunimmt, bis die geriebene Basis einige Zolle über der Scheibe erhoben ist, bei weiterer Erhebung aber wieder abnimmt; bei Rückgang des Siegellacks erfolgt in entsprechender Weise erst zunehmender, dann wieder abnehmender negativer Ausschlag. Halte ich umgekehrt die geriebene Fläche in constanter Höhe von $\frac{3}{4}$ bis 1 Fuſs über den Gipfel des Elektroskops, und erhebe die Metallscheibe von der Berührung des Elektrometergipfels an bis zur Berührung der Siegellackbasis, so erfolgt auch hier ein negativer Ausschlag, welcher zunimmt, bis die Scheibe ungefähr bis zur Mitte des Zwischenraums zwischen Elektrometergipfel und geriebener Basis gelangt ist, dann wieder abnimmt. Auch wenn man einen geschlagenen Elektrophor nicht isolirt mit der Rückseite über den Elektrometergipfel hält und erhebt, erhält man einen, bis zu gewisser Gränze mit der Höhe zunehmenden, dann wieder abnehmenden negativen Ausschlag.

Alle diese Erfahrungen vereinigen sich also dahin zu zeigen, daſs die vertheilende Elektricität gleich stark mit der vertheilten wirkt auf Punkte, die sich an der vertheilten Fläche selbst befinden, stärker aber als die vertheilte auf Punkte, die in gröſserer Entfernung liegen.

Nach dem vorstehenden Versuche dürfte man hinreichend berechtigt seyn, die anziehenden und abstoſsenden Wirkungen der bindenden und sogenannten gebundenen Elektricität aus demselben Gesichtspunkte zu betrachten als die freie Elektricität. Die gebundene Elektricität wird dadurch, daſs sie gebunden ist, durchaus mit keinen neuen Eigenschaften begabt. Wenn ihre Anziehung und Abstoſsung nicht mehr spürbar wird, so erklärt sich dieſs dadurch, daſs sie von der entgegengesetzten Wirkung der bindenden Elektricität stets im Gleichgewicht gehalten oder überwogen wird, und wenn sie nicht

durch Berührung entzogen werden kann, so liegt diefs nicht darin, dafs sie in einem besonderen gefesselten Zustande wäre oder die Repulsivkraft ihrer Theilchen verschwunden wäre; diese wird nur aufgewogen durch die anziehende Kraft der bindenden, zwar entfernter, aber entsprechend stärker wirkenden Elektricität [1]), und der berührende Leiter, anstatt etwas entziehen zu können, unterliegt selbst der vertheilenden Wirkung, die von der bindenden Elektricität ausgeht; er tritt in das System der Vertheilung selbst mit ein.

Will man noch künftig einen bestimmten erfahrungsmäfsigen Begriff mit dem Namen gebundene Elektricität verbinden, so, däucht mir, kann es nur der seyn: es ist diejenige Elektricität, welche *unter den Umständen des Versuchs* durch eine, die Communication mit der Erde herstellende, Berührung weder entzogen werden, noch (im Fall eines Nichtleiters) auf eine berührende Prüfungsplatte vertheilend wirken kann. Aber je nachdem man die Stelle und Art der Communication mit dem Erdboden wechselt, werden sich auch die Verhältnisse der gebundenen Elektricität ändern. Man wird diefs gern zugeben, wenn man den Erfolg nachstehender Versuche betrachtet, welche zeigen: 1) dafs, wenn man die leitende Communication eines vertheilten Körpers mit dem Boden aufhebt, die Elektricität sich ganz anders in ihm anordnen kann, als während dieser Communication, welche also keineswegs blofs als passive Ableitung für die der vertheilenden Elektricität gleichartige in Rücksicht zu ziehen ist; 2) dafs auch, je nachdem man die Stelle der Berührung, den berührenden Leiter oder dessen Lage wechselt, der elektrische Zustand des Leiters, sey es

1) Es läfst sich nämlich mathematisch zeigen, dafs die Abstofsung einer mit gleichartiger Elektricität geladenen endlichen Fläche auf einen in ihr liegenden elektrischen Punkt immer nur endlich ist, und in der That von der Anziehung einer entfernteren stärker und ungleichartig geladenen Fläche überwogen werden kann.

während, sey es nach der Berührung, ein sehr verschiedener seyn kann.

Um Wiederholungen und Umschreibungen zu vermeiden, bemerke ich in Betreff der folgenden Versuche ein für alle Mal, dafs, wo nicht etwa ausdrücklich etwas anderes bemerkt ist, der vertheilende Körper stets *positiv* geladen war, dafs ich ferner *Vorderflächen* beim vertheilenden und vertheilten Körper diejenigen Flächen derselben nenne, die sie einander zuwenden, *Hinterflächen* oder *Rückflächen* die, welche sie von einander abwenden. Den mittelsten (und zugleich dem vertheilenden Körper nächsten) Punkt der Vorderfläche des vertheilten Körpers bezeichne ich mit *a*, den mittelsten Punkt seiner Hinterfläche mit *b*. Wo der Abstand zwischen vertheilendem und vertheiltem Körper angegeben ist, bezieht sich die Angabe stets auf die einander nächsten Punkte ihrer Oberflächen.

Die kleine Leidner Flasche *L*, von den oben angegebenen Dimensionen, Fig. 17 Taf. I, wurde mit einer Kupferkugel *A* von 3 Zoll Durchmesser versehen, inwendig positiv geladen, isolirt aufgestellt, um ihre Elektricität länger zu bewahren, und der Kugel gegenüber ein messingener Leiter *acb*, isolirt auf dem überfirnifsten Glasfufse *e*, aufgestellt. Dieser Leiter ist cylindrisch, von 5,2 Par. Lin. Durchmesser, mit kugelförmigen Knöpfen von 8,3 Lin. Durchmesser an den Enden und 16 Zoll Länge (mit Einschlufs der Kugeln). *d* ist eine Metallkappe, *f* ein Paar unächte Goldblättchen, unächt, um nicht gar zu leicht durch Bewegungen der Luft afficirt zu werden; welche jedoch blofs bei den besonders in dieser Hinsicht erwähnten Versuchen angebracht wurden, weil sie natürlich beitragen, die Gestalt des Leiters zu modificiren [1]). Wo nichts besonderes bemerkt ist, stan-

1) Da der Leiter selbst eine etwas complicirte Gestalt hat, so habe ich neuerdings alle oben zu erwähnenden Versuche ohne Goldblättchen auch (mit denselben Resultaten) an einem eisernen reinen Cylinder

den die Oberflächen des Knopfs *a* und der Kugel *A* zwei Par. Zoll von einander ab. An dieser Vorrichtung wurde Folgendes beobachtet:

a) Während der Zeigefinger (bei übrigens eingeschlagener Hand) den Leiter bei *a* berührte (senkrecht gegen die Länge des Leiters) nahm eine berührende kleine Prüfungsplatte allenthalben negative Elektricität vom Leiter auf, selbst wenn sie bei *b* angelegt wurde; doch mit zunehmender Stärke nach *a* hin. Auch, wenn die Prüfungsplatte auf den berührenden Finger oder die Hand gesetzt wurde, nahm sie negative Elektricität an. Wenn bei *b* Goldblättchen vorhanden waren, divergirten sie schwach, aber unzweideutig. Dafs in diesem Betreff keine Täuschung durch ursprüngliche Biegung der Blättchen oder Bewegungen durch die Luft stattfand, erwies sich deutlich genug dadurch, dafs beim Rückziehen der Flasche diese Divergenz jedesmal verschwand und bei Näherung wieder erschien.

b) Wenn der Finger von *a* zurückgezogen ward, und mithin der Leiter jetzt wieder isolirt war, so gab die gröfsere Hälfte desselben nach *b* zu positive, die kleinere nach *a* zu negative Elektricität an die Prüfungsplatte ab. Waren Goldblättchen bei *b* angebracht, so divergirten sie nicht unbeträchtlich. Wurde der Leiter jetzt zurückgezogen (oder die Flasche), so zeigte sich der ganze Leiter negativ. Während des Rückziehens gingen die Goldblättchen, wenn solche vorhanden waren, erst zusammen, und bei noch weiterem Rückziehen wieder mit negativer Elektricität aus einander. Diese Versuche unter *b*) habe ich (ohne Goldblättchen) auch bei Variationen des Abstands zwischen *a* und *A* von 1 zu 10 Zoll (wo die vertheilende Wirkung nicht mehr recht merklich ward) mit gleichbleibendem Erfolge wie-

von 10 Zoll Länge und 4,4 Lin. Durchmesser, welcher durch Anschmelzen auf einer Siegellackstange isolirt war.

derholt, nur rückte der Indifferenzpunkt auf dem Leiter der Mitte um so näher, je gröfser der Abstand war.

c) Berührt man den Leiter bei *b*, so dafs der Finger, sey es senkrecht, auf dem Leiter ist, oder in dessen Verlängerung fällt, so giebt der ganze Leiter von *a* bis *b*, und selbst die berührende Hand, wiederum negative Elektricität an die Prüfungsplatte ab, doch wachsend nach *a* zu. Waren Goldblättchen bei *b* angebracht, so war keine oder nur eine zweideutige Divergenz wahrzunehmen. In der That ist die Elektricität bei *b* sehr schwach, und nur durch Anwendung der Prüfungsplatte auf ein Säulenelektrometer gelingt es sie nachzuweisen.

d) Zieht man den Finger von *b* zurück, so zeigt sich auch jetzt noch der ganze Leiter von *b* bis *a* negativ elektrisch, zunehmend nach *a* zu. Die etwaige Divergenz der Goldblättchen bei *b*, wenn solche vorhanden sind, ist aber eben so zweideutig, oder unmerklich als bei *b*. Während also nach Berührung von *a* der hintere Theil des Conductors positiv ist (vergl. den Versuch *b*), ist er nach Berührung von *b* negativ. Die positive Elektricität ersteren Falls ist aber beträchtlich stärker als letzteren Falls, was nicht nur durch die Divergenz der Goldblätter bewiesen wird, sondern auch dadurch, dafs während ersteren Falls die Prüfungsplatte von *b*, an ein Goldblattelektrometer übergetragen, eine Divergenz von 3° hervorzubringen vermochte, sie letzteren Falls nichts Merkliches davon gab, obschon sie am Säulenelektrometer ihre Wirkung noch ganz unzweideutig zeigte.

Wenn die Kugel *A* nicht dem einen Ende, sondern der Mitte *c* des Leiters gegenüberstand (wiederum in 2 Zoll Abstand), so zeigte sich vor aller Communication mit dem Erdboden die Mitte des Leiters auf der Vorderfläche, Hinterfläche und oben negativ; die Enden dagegen eben so ringsum positiv. An der Vorderfläche er-

streckte sich die Negativität beträchtlich weiter gegen die Enden als an der Hinterfläche.

Wurde nun aber der Leiter bei *c oben* mit dem Finger berührt, so zeigte er sich an allen Stellen, mittelst der Prüfungsplatte, negativ, von beiden Seiten zunehmend nach *c* zu, eben so nach Wegziehen des Fingers. Wurde bei *a* berührt, so zeigte während dessen wiederum der ganze Conductur negative Elektricität, am stärksten bei *c*, abnehmend nach *a* und *b*, doch etwas stärker bei *b* als bei *a*. Nach Wegziehen des Fingers zeigte sich wiederum überall negative Elektricität, zunehmend nach *c* zu.

Den unter *b*) angeführten Versuch kann man auch mit einem Goldblattelektroskop wiederholen. Wenn ich einen geriebenen Siegellackcylinder über den Gipfel eines solchen halte, während dieser Gipfel zugleich berührt wird, so zeigt sich trotz dieser Berührung stets eine schwache Divergenz an einem meiner Instrumente, während an einem andern die Wirkung hiebei unmerklich ist. Hebe ich die Berührung auf, so gehen die Goldblätter ersteren Falls zusammen, dann wieder auseinander, letzteren Falls wird blofs die jetzt eintretende zweite Divergenz bemerkt. Ziehe ich die Siegellackstange zurück, so gehen die Goldblätter abermals zusammen, und bei weiterer Entfernung wieder auseinander. Diese letzte Divergenz, wo nun das Elektrometer sich ganz aufser dem Wirkungskreise des Siegellacks befindet, ist, wie leicht zu erwarten, positiv. So kann man an demselben Elektrometer einen zweimaligen Wechsel zwischen entgegengesetzter Ladung der Goldblättchen durch diese Manipulation erzeugen. — Resultate, die noch auffallender als die vorigen, den Einflufs der Berührungsweise auf die Anordnung der Vertheilungselektricitäten beweisen, habe ich unter Anwendung von Kugeln, statt des cylindrischen Leiters, erhalten.

Der dreizölligen Kugel *A* der, in diesem Falle nicht

is-

lirten, Leidner Flasche *L*, Fig. 18 Taf. I, wurde eine Messingkugel, ebenfalls von 3 Zoll Durchmesser, gegenüber aufgestellt, welche auf einem wohlgefirnifsten und gewärmten Glascylinder *G* isolirt war. Die Messingkugel ward, während sie der vertheilenden Wirkung von *A* unterlag, mit den verschiedenen, nachgehends anzugebenden, Leitern an verschiedenen Stellen berührt, und, *nach Wegziehen des berührenden* (die Communication mit der Erde bewirkenden) *Leiters*, mittelst des Prüfungsplättchens, jedesmal, wo nicht ausdrücklich etwas anderes bemerkt ist, die Elektricität *von der Stelle b* genommen.

Sämmtliche Versuche mit diesen zwei Kugeln wurden bei 2 Zoll Abstand derselben angestellt, und dann noch einmal bei drei Zoll Abstand derselben wiederholt.

War *a* mit dem Finger (horizontal, senkrecht auf die Axe *ab*) oder mit dem einen Knopfe des in der Mitte nicht isolirt gefafsten cylindrischen Leiters, der in Fig. 17 Taf. I und S. 333 beschrieben ist, berührt worden, so gab *b* constant positive Elektricität ab. War dagegen die Berührung bei *a* mittelst eines Drahts von 0,85 Lin. Durchmesser und 10 Zoll Länge bewerkstelligt worden, so gab *b* eben so constant negative Elektricität ab, welche Verschiedenheit je nach den Dimensionen des berührenden Leiters ich durch sehr oft wiederholte Versuche verificirt habe. War die Berührung bei *a* mit dem Finger vorgenommen worden, so reichte die positive Elektricität von *b* nicht bis *c*; vielmehr ward der Gipfel der Kugel negativ gefunden. Wenn ich dagegen *a* mit der Mitte einer kupfernen Scheibe von 9 Zoll 4 Linien Durchmesser und 0,8 Lin. Dicke berührt hatte [1]), so war nicht nur die positive Elektricität viel stärker bei *b*, als

1) Die Scheibe wurde hiebei mit den Fingern am Rande gehalten, und beim Wegziehen ein Stück senkrecht auf den Durchmesser *ab* gegen die Kugel *A* hin fortbewegt, ehe sie zwischen beiden Kugeln herausgezogen wurde.

nach Berührung mit dem Finger, sondern es ward jetzt auch der Gipfel *c* positiv gefunden.

Wenn die Berührung bei *b*, statt bei *a*, vorgenommen worden war, so war die nachher von *b* zu erhaltende Elektricität stets deutlich negativ, wenn der berührende Leiter entweder der Finger oder der Cylinder der Fig. 17 Taf. I oder der dünne Draht war, mochten diese Leiter in Verlängerung der Axe *ab* oder senkrecht darauf gehalten worden seyn. Wenn dagegen die Berührung bei *b* mit der Mitte der kupfernen Scheibe vorgenommen worden war, so war von *b* nachher keine merkliche Elektricität zu erhalten. Diefs hängt damit zusammen, dafs auch während der Berührung die Prüfungsscheibe von der Rückseite der Scheibe um die Mitte keine merkliche Elektricität wegnimmt (wohl aber von dem Rande), wogegen dieselbe während der Berührung mit erstgenannten Leitern nicht nur ringsum den Berührungspunkt negative Elektricität von der Kugel wegnimmt, sondern auch noch stärker von den berührenden Leitern selbst.

Wenn ich den Gipfel *c* der Kugel mit den, horizontal und senkrecht auf die Richtung *ab* gehaltenen Finger berührt hatte, so war die Elektricität, die ich nachher von *b* wegnahm, nicht recht entschieden, schien jedoch schwach negativ, ich konnte sie aber beliebig entschieden positiv oder negativ machen, je nachdem ich die Hand bei der Berührung mehr gegen die vertheilende Kugel der Flasche oder von ihr abwandte. Als anstatt der 3zölligen Kugel eine $1\frac{1}{2}$zöllige durch die Kugel *A*, bei 2 bis 3 Zoll Abstand, vertheilt wurde, erhielt ich ebenfalls, wenn bei *a* mit dem Finger berührt worden war, positive Elektricität von *b*, wenn bei *b* berührt worden war, negative. War bei *a* mit dem dünnen Draht berührt worden, so gab dagegen wiederum *b* negative Elektricität, war bei *b* berührt worden, noch *lebhafter* negative Elektricität; alles übereinstimmend mit

den Versuchen an der 3zölligen Kugel. Die übrigen, an dieser angestellten, Versuche habe ich an der 1½zölligen nicht wiederholt.

Dagegen habe ich die Versuche mit der 3zölligen vertheilten Kugel, bei 2 Zoll Abstand von der vertheilenden gleich grofsen, mit gleichem Erfolge auch so wiederholt, dafs die vertheilende dabei von der Leidner Flasche abgesondert und auf einem Siegellackcylinder isolirt war.

So auffallend diese Ergebnisse für den ersten Anblick erscheinen mögen, so lassen sie sich doch bis zu gewissem Grade theoretisch voraussehen.

Wenn ein, mit dem Erdboden communicirender Leiter durch einen, beispielsweise positiven, Körper vertheilt ist, so mufs sich so viel negative Elektricität in ihm ansammeln, und diese sich so anordnen, dafs, welchen Punkt des Leiters wir auch betrachten mögen, die Resultante der anziehenden und abstofsenden Wirkungen, welche von dieser Elektricität auf die noch vorhandenen natürlichen Elektricitäten des betreffenden Punkts geäufsert werden, genau aufgewogen wird durch eine an Gröfse gleiche und in der Richtung entgegengesetzte Resultante der Elektricität des vertheilenden Körpers, weil, so lange diefs nicht Statt hat, noch neue Vertheilung für diesen Punkt eintreten mufs. Nun macht aber während der Berührung des vertheilten Körpers mit einem Leiter dieser ein Stück des vertheilten Körpers selbst aus, oder bildet eine Fortsetzung desselben, welche in dem hier betrachteten Fall der Nichtisolirung eben so gut blofs vertheilte negative Elektricität enthält, als der vertheilte Körper selbst, welche Elektricität mit zu der Resultante beiträgt, die der Wirkung der vertheilenden Elektricität das Gleichgewicht hält. Entfernen wir den berührenden Leiter mit seiner vertheilten Elektricität, so wird das vorige Gleichgewicht nicht mehr bestehen können, die im vertheilten Leiter *rück*bleibende negative Elektricität wird

sich anders anordnen müssen, weil auch die Wirkung auf die Punkte der Oberfläche jetzt eine andere wird; betrachten wir aber, ohne Rücksicht auf diese neue Anordnung, blofs die Wirkung, welche das Entführen einer gewissen Quantität vertheilter negativer Elektricität auf den neuen Gleichgewichtszustand bei *b* haben mufs, so leuchtet ein, dafs, wenn der berührende Leiter bei *a*, wo sich die stärkste negative Elektricität ansammelt, angebracht war, eine beträchtliche Quantität vertheilter negativer Elektricität mit ihm entzogen, und dadurch ein beträchtliches Uebergewicht der vertheilenden Wirkung, welche positive Elektricität gegen *b* treibt, eintreten mufs, wofern der berührende Leiter nicht gar zu wenig Oberfläche darbot, wie im Fall der Berührung mit dem dünnen Draht. Diese positive Elektricität, die jetzt neu entsteht, kann mehr als hinreichen, die negative Elektricität, die sich vor dem Abziehen des berührenden Leiters bei *b* befand, zu neutralisiren. War dagegen der berührende Leiter bei *b* angebracht, so enthielt er überhaupt nicht so viel vertheilte Elektricität, als wenn er in gröfserer Nähe des vertheilten Körpers angebracht ist; durch seine Entfernung kann daher der vorher bestandene Gleichgewichtszustand ceteris paribus überhaupt weniger geändert werden, und, was noch hinzuzufügen ist, durch seine Entfernung wird die Wirkung, welche positive Elektricität gegen *b* zieht, vielmehr vermindert, als vermehrt; da er ja, wie einleuchtet, vermöge seiner Lage auf der Rückseite bei *b* durch die negative Elektricität, die er enthielt, eine Bewegung der Elektricitäten in demselben Sinne hervorzurufen streben mufste, als der vertheilende Körper. In der That, je nachdem der berührende Leiter bei *a* oder *b* angebracht ist, wirkt seine negative Elektricität in entgegengesetztem oder gleichem Sinne als die Elektricität des vertheilenden Körpers.

Diese allgemeine Betrachtung ist freilich noch keinesweegs eine strenge, da wir dabei den Erfolg, den die

mit dem Abziehen des berührenden Leiters erfolgende neue Anordnung der Elektricität im vertheilten Leiter haben mufs, nicht in Rechnung zu bringen wissen; inzwischen dürfte sie, was vor jetzt nur beabsichtigt wird, hinreichen, den Erfolg der behandelten Phänomene im Groben übersehen und erklärlich finden zu lassen. Nach einer sonst beliebten Betrachtungsweise würde man die Erklärung so stellen: Wenn der Leiter den vertheilten Körper bei *a* berührt, wird die vertheilende, bindende Kraft des vertheilenden Körpers zu grofsem Theil mit durch diesen Leiter beschäftigt, kann sich daher nicht so wirksam auf den vertheilten Körper selbst äufsern, als wenn nun der Leiter entfernt wird, worauf die jetzt neu erfolgende Zersetzung natürlicher Elektricitäten positive Elektricität gegen *a* treibt. Ich überlasse es Jedem, sich der Betrachtungsweise anzuschliefsen, die ihm am meisten zusagt.

Welche Anordnung der Elektricität unter vertheilenden Einflüssen auf Leiter eintreten müsse, ist ein Gegenstand, der von Poisson unter rein mathematische Bestimmungen gebracht ist, die auf nichts fufsen, als auf den bekannten Anziehungs- und Abstofsungsgesetzen der Elektricität, und der Voraussetzung, dafs es eine expansible aber incompressible Flüssigkeit sey. Faraday hält diese Voraussetzungen nicht für genügend; er glaubt, dafs die vertheilende Kraft in krummen Linien um die Körper herum wirke. Ich gestehe, dafs ich nichts in seinen Versuchen finde, was diese Voraussetzung rechtfertigt. Wenn z. B. in seinem Versuche, No. 1218 und 1219 die Kugel auch bei *b* positiv elektrisch ist, auf der vom vertheilenden Körper abgewandten Seite, so ist ja doch in Rücksicht zu ziehen, dafs die Theilchen der vertheilten positiven Elektricität, während sie vom vertheilenden Körper angezogen werden, sich zugleich unter einander abstofsen, und diese Abstofsung treibt einen Theil der vertheilten positiven Elektricität

rückwärts auf die abgewandte Seite, und erhält ihn auf derselben. Wenn nach No. 1220 die Tragekugel bei *e über* der vertheilten Kugel durch Vertheilung auch positiv elektrisch wird, in gröfserer Höhe sogar stärker, als in kleinerer, so liegt diefs darin, dafs, wenn die Resultante der vertheilten Elektricität für die Rückseite der vertheilten Kugel selbst eben so grofs ist, als die der vertheilenden, sie für Punkte, die über der Kugel liegen, kleiner wird, als die der letzteren, weil die Entfernung in rascherem Verhältnisse wächst von den Punkten der vertheilten, als der vertheilenden Elektricität.

Die Angabe in No. 1221, nach welcher eine etwas breite nicht isolirte Scheibe über einem elektrischen Körper auf der Mitte der Rückseite sich nicht elektrisch zeigen soll, ist entschieden nicht richtig; obwohl ich die Richtigkeit des Versuchs, aus dem sie geflossen ist, nicht bezweifle. Die Elektricität ist blofs sehr schwach daselbst, um so schwächer, je gröfser man die Scheibe nimmt, so dafs sie allerdings für ein nicht sehr empfindliches Elektrometer bei Anwendung gröfserer Scheiben verschwinden mufs.

Bei Anwendung einer runden Messingscheibe von 4 Zoll Durchmesser, die ich, indem ich sie am Rande mit den Fingern fafste, horizontal über die Kugel *A* (von 3 Zoll Durchmesser) der geladenen Flasche *L* hielt, bekam ich, unter Anwendung eines Prüfungsscheibchens von 8 Lin. Durchmesser aus Goldpapier, schwache, aber sehr entschiedene negative Elektricität von der Mitte der Rückseite der Scheibe. Als statt der Messingscheibe die Kupferscheibe von 9 Zoll 4 Lin. Durchmesser angewandt ward, nahm zwar das kleine Prüfungsscheibchen von der Mitte der Rückseite nichts Unzweideutiges mehr auf, wohl aber eine runde Prüfungsplatte von 3 Zoll Durchmesser, obwohl auch diese Spuren nur schwach waren.

Faraday vermifste schon bei Scheiben von 1½ bis *2 Zoll* Durchmesser die Wirkung. Diefs wäre unmög-

lich gewesen, wenn er sich eines empfindlichen Säulenelektroskops bedient hätte.

Obschon ich nach allem diesen die Poisson'schen Untersuchungen immer noch maſsgebend für diesen ganzen Gegenstand halte, muſs man doch gestehen, daſs die Schwierigkeit ihrer Anwendung für die meisten in der Erfahrung vorkommenden Fälle uns sehr oft noch nöthigen wird, anstatt in der Erfahrung bloſse Bestätigungen jener Untersuchungen zu suchen, vielmehr Belehrung von ihr selbst zu erwarten. Ich selbst werde im Folgenden eine Anzahl Erfahrungen mittheilen, welche nach bloſs allgemeinen Betrachtungen leicht zu gleichen Schlüssen von einer um die Körper herum wirkenden Vertheilungskraft führen könnten, als die von Faraday angeführten; aber wer möchte sich wirklich getrauen, solchen Betrachtungen hier Gewicht beizulegen, wo es sich um Zusammensetzung und Zerlegung der Wirkungen von unendlich vielen Punkten handelt. In der That fürchte ich, ist mit allgemeinen Betrachtungen gar nichts mit Sicherheit auf einem Felde zu erzielen, auf welchem die Ermittlung der Resultante selbst für den Calcul zu schwierig wird.

Wenn ein isolirter Leiter vertheilt wird, so sieht man es als allgemeine Regel an, daſs die der vertheilenden Elektricität ungleichartige ihr selbst möglichst nahe, die gleichartige möglichst fern geht. Inzwischen läſst diese Regel, selbst wenn man nur einen allgemeinen Anhalt darin suchen will, Vieles unbestimmt.

Eine Messingkugel *A*, Fig. 19 Taf. I, von 3 Zoll Durchmesser ward auf dem gewärmten gefirniſsten Glase *G* isolirt, positiv geladen und ihr gegenüber eine Kupferscheibe von 9 Zoll 4 Lin. Durchmesser und 0,35 Lin. Dicke vertical, auf dem Siegellackcylinder *S* isolirt (durch Einschmelzen des Randes befestigt), so daſs der Mittelpunkt der Kugel und der Scheibe einander gegenüber standen. Hier fragt sich nun, ob die Ränder *c*, *d* der

vertheilten Scheibe, oder die Mitte der Rückseite *b* als entfernteste Punkte anzusehen sind; erstere sind es, direct von der Kugel *A* aus gemessen, letztere, auf der Oberfläche der vertheilten Scheibe von *a* aus fortschreitend gemessen. Für erstere Annahme ist *b* negativ, für letztere positiv zu erwarten. Die Erfahrung entscheidet für das Letzte. Es ist nicht nur *b*, sondern auch die ganze Hinterfläche und selbst noch ein schmaler Ring am Rande der Vorderfläche positiv; bei allen Abständen der Kugel und Scheibe (d. i. ihren Vorderflächen), wo ich den Versuch angestellt habe, d. i. von 1 bis 8 Zoll.

Um die Indifferenzzone auf der Vorderfläche etwas genauer zu bestimmen, wandte ich theils die vorige, theils, bei einer späteren Wiederholung, eine andere Anordnung des Versuchs an, welche in Fig. 20 Taf. I vorgestellt ist.

M ist eine, mit einer Skale versehene, verticale Stange, an welcher sich der Läufer *N*, der durch eine Feder in seiner jedesmaligen Lage erhalten wird, auf und abschieben läfst. An diesem Läufer ist die 1½ Fufs lange gefirnifste Glasstange *g* befestigt, und an dieser die, 2 Zoll 8 Linien lange Siegellackstange *s*, welche durch Anschmelzen an die Metallscheibe *cd* (von den angegebenen Dimensionen) befestigt ist. Die Art, wie *s* an *g* und *g* an *N* befestigt ist (wobei einiges Metall concurrirt), halte ich nicht nöthig näher zu beschreiben oder in der Figur anzudeuten. Die Kugel *A* von 3 Zoll Durchmesser ruhte auch hier auf dem Glascylinder *G* von 5½ Zoll Länge und 2 Zoll 3 Lin. Durchmesser, welcher selbst auf dem Tische *T* stand. Bei einer nochmaligen Wiederholung dieser Versuche endlich substituirte ich, um sie so rein als möglich anzustellen, dem Glascylinder einen Isolirstab, Fig. 21 Taf. I, auf dessen Gipfel die Kugel mit Wachs befestigt wurde. Derselbe ist 5,6 Lin. dick; *ab*, 1 Zoll lang, ist Gummilack, *bc*, 11 Zoll lang, ist Glas, mit

Gummilack gefirnifst, und *cd*, 2,9 Zoll lang, Metall. Sämmtliche Wiederholungen lieferten gleiches Resultat.

Als Prüfungsscheibe diente eine runde übersilberte Scheibe von Kartenpapier von 8 Lin. Durchmesser, welche, um die Hand etwas fern von dem vertheilten System zu halten, an einem 6 Zoll langen Gummilackstiel auf die in Fig. 22 Taf. I angedeutete, Weise befestigt war.

Unter Anwendung dieser Vorrichtungen fand ich, dafs bei Abständen der Kugel und Scheibe von 2 bis 4 Zoll die Indifferenzzone sicher zwischen 0 und 1 Zoll vom Rande lag. Die Mitte des Prüfungsscheibchens, auf 1 Zoll vom Rande gesetzt, gab schon negativen Ausschlag; mit seinem Rande an den Rand der Scheibe (jedoch noch ganz auf die Vorderfläche derselben) gesetzt, positiven. Bei 2 Zoll Abstand glaube ich, dafs die Indifferenzzone nicht erheblich abweichend von $\frac{1}{2}$ Zoll vom Rande liegen könne, eine ganz genaue Bestimmung aber halte ich für unmöglich. Die positive Elektricität auf der Rückseite war in der Mitte deutlich schwächer, als am Rande; bei 1 Zoll Abstand zwischen Kugel und Scheibe gab die Mitte des Prüfungsscheibchens, in 1 Zoll vom Rande aufgesetzt, nur Zweideutiges, doch wie es schien, immer noch Negativität, während bei 2 Zoll Abstand die Negativität hier sehr entschieden war. Mit der Näherung scheint also die Indifferenzzone mehr nach der Mitte zu rücken.

Bei Versuchen über Vertheilung im isolirten Leiter ist es wichtig, folgende Vorsichten nicht aufser Acht zu lassen. Die der vertheilenden gleichartige Elektricität im vertheilten Körper ist der Absorption durch Luft und den Verlust durch die Träger sehr ausgesetzt. Wollte man also die Versuche längere Zeit fortsetzen, so würde man diese Elektricität geschwächt und die Indifferenzzone verrückt finden. Ganz kann man diesen Uebelstand nicht vermeiden; denn selbst, wenn man einen iso-

lirten Leiter, der sich nur sehr kurze Zeit im Wirkungskreise eines vertheilenden befunden hat, wieder aus demselben bringt, wird er nachher wieder an einem empfindlichen Elektrometer wenigstens Spuren einer, der vertheilenden entgegengesetzten Elektricität zeigen. Man mufs daher, um diesen Uebelstand wenigstens möglichst zu schwächen, die Probe jedesmal unmittelbar vornehmen, nachdem man den zu vertheilenden Körper in den elektrischen Wirkungskreis gebracht oder den vertheilenden Körper geladen hat, und vor jedem neuen Versuche den vertheilten Körper zurückziehen, berühren, und wieder isolirt in den Wirkungskreis bringen, oder den vertheilenden und vertheilten Körper beide berühren, und jenen dann wieder neu laden, was am bequemsten mittelst des Knopfs einer Leidner Flasche geschehen kann.

Aufserdem mufs man sich natürlich überzeugen, dafs bei dem gewählten Abstande zwischen vertheilendem und vertheiltem Körper kein Ueberspringen oder Einsaugen von Elektricität stattfinde; was leicht dadurch geschieht, dafs man prüft, ob nicht der vertheilte Leiter, nach Zurückziehen oder Entladung des vertheilenden, die diesem gleichartige Elektricität zeigt.

Diese Vorsichten sind bei den vorigen und den folgenden Versuchen nicht vernachlässigt worden. Wenn es nach obigen Resultaten scheinen könnte, dafs die Regel, die der vertheilenden gleichartige Elektricität an den entferntesten Stellen des vertheilten Leiters zu suchen, noch ihre Gültigkeit habe, wenn man die Entfernungen vom nächsten Punkte des vertheilten Leiters auf der Oberfläche mifst, so ergiebt sich doch bei Betrachtung anderer Fälle, dafs sie auch auf diese Weise gefafst, nicht Stich hält.

Zu den vorigen Versuchen war eine ganze Scheibe angewandt worden; als aber eine ähnliche Scheibe angewandt wurde, die in der Mitte mit einer runden Oeff-

nung von einigen Linien durchbohrt war, zeigte sich immer noch um den Rand des Lochs auf der Rückseite positive Elektricität, wenn gleich die Prüfungsscheibe so angewandt wurde, dafs nichts vom Loch verdeckt ward. Dessen ungeachtet lassen sich, wenn man längs der concaven Oberfläche des Lochs mifst, diese Punkte hier als sehr nahe betrachten.

Auch, wenn man metallische Streifen und Cylinder von angemessenen Dimensionen durch eine Kugel vertheilt, indem man die Mitte derselben der Mitte der vertheilenden positiven Kugel gegenüber anbringt, findet man (Fig. 23 Taf. I) die Mitte der Rückseite *b* positiv, ungeachtet der Weg von *a* zu *b*, selbst auf der Oberfläche gemessen, hier viel kürzer ist, als von *a* zu anderen, auf der Vorderfläche liegenden, Punkten, die sich negativ finden.

Um die Vertheilungsversuche mit Streifen und Cylindern anzustellen, wurde am Apparat, Fig. 20 Taf. I, die verticale Siegellackstange *s* vom Glasarm *g* entfernt, und statt derselben ein horizontaler gefirnifster Glasstab an das Ende von *g* befestigt, senkrecht auf die Stange *g*, so dafs sie zusammen ein horizontales |— bildeten. An diesen Querbalken wurden zwei, 10 Zoll lange, Schlingen von feinen Seidenfäden gehängt, in welche der Streifen oder Cylinder so eingelegt ward, dafs die Schlingen ihn nahe an den Enden fafsten. Solchergestalt befand sich der Streifen, senkrecht auf *g*, so wie auf den hölzernen Maafsstab, in beträchtlicher Entfernung von der störenden Einwirkung anderer Leiter. Die Messingkugel von 3 Zoll Durchmesser, auf dem Isolirstab, Fig. 21, Taf. I, wurde darunter angebracht.

Unter Anwendung eines Zinkstreifens von 5 Zoll 7 Lin. Länge, 10 Lin. Breite, 1 Lin. Dicke, zeigte sich bei Abständen, variirend von 8 Lin. bis 8 Zoll, die ganze Hinterfläche immer positiv. Bei den Abständen 1 und

2 Zoll wurde die, auf der Vorderseite (untere Seite) liegende Indifferenzstelle aufgesucht und innerhalb des ersten Zolls vom Ende gefunden.

Eben so zeigte sich innerhalb gleicher Gränzen der Abstände die ganze Hinterfläche und ein Theil der Vorderfläche an den Enden positiv bei einem Messingstreifen von 14 Zoll Länge, 1 Zoll 7 Lin. Breite und 1,2 Zoll Dicke, und einem eisernen Cylinder von 7 Zoll 1 Lin. Länge und 5,9 Lin. Durchmesser. Die Elektricität an den Enden der Hinterfläche war aber stets stärker, als in der Mitte derselben.

Wieder jedoch würde man irren, wenn man nach vorstehenden Beispielen glauben wollte, dafs der Punkt *b* der Hinterfläche immer positiv sey. In der That bei Anwendung eines eisernen Cylinders von 12 Zoll Länge 4,2 Lin. Dicke zeigte sich bei Abständen, die ich von 1 zu 2 Zoll variirt habe, die Rückseite an der Stelle *b* negativ statt positiv. Bei 2 Zoll Abstand lag die Indifferenz, statt auf der Rückseite zwischen 1 und 2 Zoll von der Mitte, auf der Vorderseite aber zwischen $1\frac{1}{2}$ und $2\frac{1}{2}$ Zoll vom Ende, so dafs also auf der Vorderseite sich die negative Elektricität weiter von der Mitte an erstreckte, als auf der Rückseite. Bei 1 Zoll Abstand lag die Indifferenzstelle auf der Rückseite ebenfalls zwischen 1 und 2 Zoll von der Mitte, auf der Vorderseite zwischen 2 und 3 Zoll vom Ende hatte sich jedenfalls hier mehr zusammengezogen.

Da dieser Cylinder sich von dem vorigen sowohl in Dicke als Länge unterschied, so verglich ich, um zu finden, auf welchem Umstande hauptsächlich die Verschiedenheit in Betreff der Elektricität der Stelle *b* beruhte, zwei Stahldrähte von gleichem Durchmesser (1,8 Lin.), aber verschiedener Länge, indem der eine blofs 3 Zoll, der andere 12 Zoll 3,5 Lin. Länge hatte. Hier zeigte sich dann bei Abständen, variirt von 8 Lin. bis

2 Zoll, dafs der kurze Draht bei *b* positiv, der lange dagegen negativ elektrisch war.

Inzwischen sind die übrigen Dimensionen nicht ohne Einflufs. Bei Vergleich zweier Streifen Kartenpapier von der gleichen Länge, 8 Zoll 8 Lin., aber verschiedener Breite, zeigte sich bei 1 Zoll Abstand der Streifen von 3 Lin. Breite lebhaft negativ, der von 1 Zoll Breite schwach positiv bei *b*.

Die 3zöllige, auf dem Isolirstabe, Fig. 21 Taf. I, befestigte Messingkugel wurde mit einem hohlen Cylinder von dünnem Weifsblech, von 3 Zoll 6 Lin. Durchmesser, 2 Zoll 8 Lin. Höhe und 0,18 Lin. Wanddicke umgeben, der an dem Stabe *g* der Fig. 20 Taf. I mittelst Seidenfäden so aufgehangen war, dafs seine Axe vertical war, Fig. 24 Taf. I. Da der Kugel innerhalb des Cylinders eine zu ihm symmetrische Lage gegeben war, so ragte die Kugel unterhalb und oberhalb desselben um 2 Lin. hervor, und hatte von seiner inneren Oberfläche ringsum (im horizontalen Aequator) den Abstand von 3 Linien. Die Kugel wurde geladen, schwach genug, dafs kein Ueberspringen zum Cylinder stattfand, was durch besondere Proben verificirt wurde. Die ganze Aufsenfläche des Cylinders zeigte sich positiv, stärker an den Rändern als in der Mitte der Cylinderfläche; die Innenfläche war negativ, bis auf ein schmales Streifchen am Rande, welches erkannt wurde, als ich ein 2 Linien breites Prüfungsstreifchen anwandte. Dieses, auf die Innenfläche an den Rand angelegt, so dafs nichts von ihm über den Rand herausragt, nahm stets positive Elektricität auf. Wandte ich das Prüfungsscheibchen von 8 Lin. Durchmesser eben so an, so ragte diefs schon tief genug in die negative Sphäre hinein, dafs es stets negativ zurückgezogen wurde. Die Kugel selbst zeigte sich, wie zu erwarten, am schwächsten positiv an den beiden, aus dem Cylinder hervorragenden Gipfeln, nach ihrem Aequator zu nahm die Intensität zu.

Dieser Versuch bietet in sofern etwas Auffallendes dar, als wir hier der positiven Kugelfläche selbst gegenüber (an den Rändern der Innenfläche des Cylinders) noch positive Elektricität auftreten sehen.

Inzwischen zeigt sich Analogie auch bei andern Anordnungen.

Die Kupferscheibe von 9 Zoll 4 Lin. Durchmesser und 0,35 Lin. Dicke wurde wie in Fig. 20 Taf. I angebracht, und ihr gegenüber und parallel damit eine Zinkscheibe von gleichem Durchmesser und 0,6 Lin. auf dem Isolirstabe, Fig. 21 Taf. I befestigt.

Bei Variationen des Abstandes zwischen beiden Scheiben von ½ bis 6 Zoll fand sich, wenn die untere positiv geladen war, die Unterfläche der oberen nahe am Rande ebenfalls noch positiv, so wie auch die ganze Oberfläche. Bei den gröfseren Abständen war diese positive Zone am Rande der Unterfläche gröfser oder die Indifferenzzone der Mitte näher, als bei den kleineren Abständen. Bei ½ und 1 Zoll Abstand z. B. gab ein 2 Lin. breites Prüfungsscheibchen, unmittelbar, Rand an Rand, doch ganz auf die Unterfläche, gesetzt, positive Elektricität, das Prüfungsscheibchen von 8 Lin. Durchmesser aber, eben so angewandt, schon negative Elektricität, weil es zu weit in die negative Sphäre hineinragte. Bei 2 Zoll Abstand verhielt es sich eben so, aber die negative Elektricität, welche das Prüfungs*scheibchen* anzeigte, war sehr schwach; bei 3 Zoll Abstand zeigte dieses nichts (obschon immer noch das Prüfungsstreifchen). Bei höheren Abständen wird die vertheilende Wirkung überhaupt nur schwach, aber selbst das Prüfungsscheibchen zeigte nun deutlich positive Elektricität, auf die angegebene Art am Rande der Unterfläche angewandt. Inzwischen ist in allen Fällen die positive Elektricität am Rande der Oberfläche beträchtlich gröfser, als am Rande der Unterfläche, auch bei Anwendung des schmalen Prüfungsstreifchens.

II. *Ueber die Richtung des elektrischen Nebenstroms; von Peter Riefs.*

Henry [1]) hat aus Versuchen über die magnetisirende Eigenschaft des elektrischen Nebenstromes geschlossen, dafs derselbe seine Richtung ändert mit der Entfernung des Nebendrahtes vom Hauptdrahte [2]). Diese Behauptung wird dadurch besonders wichtig, dafs sie die bekannten Eigenthümlichkeiten der elektrischen Magnetisirung ganz auf Rechnung des elektrischen Stromes setzt und eine anomale Magnetisirung nicht mehr gelten läfst. Die Grundlosigkeit einer solchen Annahme kann, wie ich früher angedeutet, aus Savary's Versuchen, zu deren Erklärung sie dienen soll, hinlänglich dargethan werden; schon der einzige Versuch spricht unzweideutig gegen dieselbe, in welchem entgegengesetzte Magnetisirungen durch graduelle Verstärkung der Ladung der Batterie erfolgen. — Ich habe indessen versucht, die Richtung des elektrischen Nebenstromes auf directe Weise zu bestimmen, und halte meine Versuche schon darum der Mittheilung werth, weil sie zeigen, wie gefährlich es ist, an die Stelle eines Unerklärlichen, mit Umgebung

1) Poggend. Annal. Ergänz. Bd. I S. 305.

2) Denselben Schlufs wiederholt Matteucci neuerdings in einem Schreiben an die Pariser Academie (*Compt. rend.* 10 *aout* 1840), in welchem Versuche reproducirt werden, die von Henry am Ende des Jahres 1838 (*Transact. amer. phil. soc. VI*, *p.* 17), und von mir zu Anfange 1839 (Poggend. Annal. Bd. XXXXVII S. 55) beschrieben worden sind. Die Bemerkung Savary's (a, a. O.), dafs Hr. M. keine Kenntnifs von meiner Abhandlung gehabt haben konnte, mufs auf die französische Uebersetzung derselben bezogen werden, welche ich erst im April 1840 fertigte, und die später in den *Annales de chimie* abgedruckt worden ist.

des Experiments, ein neues nicht minder Unerklärliches zu setzen.

Bringt man in dem Nebendrahte einer elektrischen Batterie einen Isolator an, der von der Elektricität nicht durchbrochen wird, so entsteht kein Nebenstrom. Nichtsdestoweniger ist das elektrische Gleichgewicht des Drahtes durch den Act, der den Nebenstrom einleitet, gestört worden, wie sich durch einen leichten Versuch zeigen läfst. Setzt man nämlich die freien Enden des Nebendrahtes einander gegenüber auf die entgegengesetzten Flächen einer dünnen Harzplatte, so zeigen sich, nach der Entladung der Batterie durch den Hauptdraht, die beiden Flächen auf das Bestimmteste von einander unterschieden. Es sind auf denselben eigenthümliche elektrische Figuren entstanden, zu deren Erkennung in den meisten Fällen ein leichtes Anhauchen der Fläche hinreicht. Will man die Figuren fixiren, so geschieht diefs, wie es Lichtenberg gelehrt hat, durch Bepuderung derselben mit einem Gemenge von Schwefelblumen und Mennige. Auf der einen Fläche der Harzplatte entsteht hierdurch eine rothe Scheibe mit rother Kreiseinfassung, auf welche ein dunkler (nicht bestäubter) Kreis folgt, von welchem gelbe Strahlen ausgehen (Taf. II Fig. 1); auf der andern Fläche sind gelbe und rothe Kreissegmente sichtbar, die von einem breiten rothen Ringe eingefafst werden (Taf. II Fig. 2). Die Strahlen und der Ring nehmen mit der Stärke der elektrischen Erregung an Ausdehnung zu, nur bei sehr schwacher Erregung fehlen die Strahlen der ersten Figur und eine einfache rothe Scheibe bleibt übrig, die indefs hinlänglich von der zweiten Figur unterschieden ist, in welcher stets der rothe Ring erkennbar bleibt. Von der Beziehung dieser Figuren zu dem elektrischen Zustand der Enden des Nebendrahtes, die sie erzeugen, läfst sich nach ihrer Form nichts Bestimmtes aussagen, da jede derselben zusammengesetzt ist aus den beiden Grundformen, die Lichten-

tenberg als positive und negative unterschieden hat. Wie falsch es seyn würde von der ersten Figur auf einen ausschliefslich positiven Zustand der sie erzeugenden Spitze zu schliefsen, wie man bei dem ersten Anblicke zu thun geneigt seyn könnte, wird unten erhellen.

Ich habe den elektrischen Nebenstrom in vielen Versuchen Stahlnadeln magnetisiren und die beschriebenen Figuren erzeugen lassen, und will die merkwürdigsten Ergebnisse anführen. Der Deutlichkeit wegen lege ich der Beschreibung das Schema, Taf. II Fig. 3, zu Grunde. Die elektrische Batterie wird durch den Schliefsungsbogen *ABCD* entladen; der Theil *AB* desselben, der auf den Nebendraht einwirkt, ist, eben so wie der ihm gegenüberstehende Theil *ab* des Nebendrahtes, zu einer flachen Spirale aufgewunden; mit *C* und *D* sind die Arme eines Henley'schen Ausladers bezeichnet, die, wo es nicht anders bemerkt ist, durch einen kurzen Kupferdraht verbunden sind. Die Nebenspirale (deren Stelle *ab* angiebt) ist durch zwei 3 Fufs lange Kupferdrähte verlängert, der eine Draht setzt in eine kurze, enge, rechtsgewundene Drahtschraube fort, an welcher ein Ende mit *m* bezeichnet ist. Die Enden des ganzen Nebendrahtes werden von 2 sehr feinen Spitzen, α und β, gebildet, die auf Glasstäben isolirt mittelst einer Schraubenvorrichtung gegen einander bewegt werden können. Zur Erzeugung der Figuren wird zwischen diese Spitzen, rechtwinklig gegen dieselben und sie berührend, eine kleine Glas- oder Kupferplatte gebracht, welche auf beiden Flächen einen dünnen Ueberzug von schwarzem Pech oder Harz erhalten hat. Der Stoff der Platte ist gleichgültig, da dieselbe an einem isolirten Statif befestigt wird. Ich habe auch zuweilen, bei sehr schwacher Elektricitätserregung, eine einseitig überzogene Kupferplatte gebraucht, auf welcher zwar nur eine Figur, diese aber in bestimmteren Umrissen gebildet wird. Eine schon gebrauchte Harzflä-

che mufs über der Lichtflamme bis zum Schmelzen erhitzt werden, ehe sie wieder angewendet wird. In der unten folgenden Tabelle ist bei den einzelnen Versuchen die Spitze angegeben, welche die Strahlenfigur Taf. II Fig. 1 erzeugte. Um die Magnetisirung durch den Nebenstrom zu untersuchen, wird das Ende α mit β verbunden, und eine neue englische Nähnadel von bestimmten Dimensionen (13''',9 lang 0''',209 dick) in eine Glasröhre eingeschlossen in die Drahtschraube bis zu einer bestimmten Tiefe geschoben. Die Magnetisirung der Nadel wurde nach der Abstofsung des Nordpols einer Bussolnadel durch dieselbe beurtheilt, wobei die Polarität des Endes der Nadel, das an der Marke *m* lag, genau gemerkt wurde. In der Tabelle soll die Magnetisirung als normal mit + bezeichnet werden, wenn sie bei positiver Ladung der Batterie *m* einem Nordpol, bei negativer einem Südpol entspricht. In diesem Falle nämlich findet, bei Annahme eines gleichgerichteten Stromes im Haupt- und Nebendrahte, die bekannte elektrodynamische Regel ihre Anwendung. Eine entgegengesetzte Magnetisirung wird als anomal mit — bezeichnet. Die Batterie bestand bei den folgenden Versuchen aus fünf Flaschen, und wurde, wo es nicht anders bemerkt ist, mit positiver Elektricität geladen. Die Kugeln der Maafsflafsche standen $\frac{1}{2}$ Lin. von einander entfernt. Wo der Hauptdraht als verlängert bezeichnet ist, war zwischen den Armen des Henley'schen Ausladers ein Neusilberdraht, 3' 2'' lang $\frac{1}{12}$''' dick, befestigt worden. Es wurde zuerst die kleine Haupt- und Nebenspirale (aus 13 Fufs Kupferdraht bestehend) angewendet; zwischen den Spiralen befand sich eine Glasscheibe.

Entfernung der Spiralen.	Elektricitätsmenge.	Hauptdraht.	Polarität bei *m*.	Magnetisirung.	Fig. 1 entsteht bei:
1'''	5		Nord	+ 0°,7	β
1	10		N.	+ 3 ,0	β
1	10	verlängert	Süd	— 9 ,0	β
1	10 negat.	verlängert	N.	—10 ,0	α
1	20		N.	+ 5 ,0	β
1	20	verlängert	S.	— 7 ,7	β
1	30		N.	+ 3 ,3	β
1	30	verlängert	S.	— 4 ,6	β
3	30		N.	+ 5 ,7	β
5	30		N.	+ 7 ,5	β
5	30	verlängert	S.	— 5 ,0	β
15	30		N.	+ 4 ,5	β
25	30		N.	+ 1 ,0	β
25	30	verlängert	S.	— 6 ,0	β
39 ,5	30		S.	— 1 ,2	β

Eine zweite Versuchsreihe wurde mit der grofsen Haupt- und Nebenspirale (aus 53 Fufs Kupferdraht bestehend) angestellt.

Entfernung der Spiralen.	Elektricitätsmenge.	Hauptdraht.	Polarität bei *m*.	Magnetisirung.	Fig. 1 ensteht bei
2'''	4		S.	—2°,3	β
2	4 negat.		N.	—3 ,3	α
2	20		N.	+0 ,3	β
2	4	verlängert	S.	—9 ,0	β
5	20		N.	+5 ,0	β
10	20		N.	+3 ,7	β
10	20 negat.		S.	+2 ,5	α
20	20		N.	+2 ,5	β
20	20 negat.		S.	+2 ,3	α
36	20		N.	+0 ,5	β

In diesen Versuchen sind, wie man aus den Abstofsungen der Bussolnadel und den ihnen vorgesetzten Zeichen sieht, die Magnetisirungen der Stahlnadel stärker und *schwächer, normal* und anomal erfolgt. Das letz-

tere ist durch Entfernung der beiden Spiralen von einander, durch Veränderung der Ladung und durch Verlängerung des Hauptdrahtes mittelst des 3′ 2″ langen Neusilberdrahtes erlangt worden. Ich habe auf diese letzte Art, eine anomale Magnetisirung durch den Nebenstrom zu erhalten, vor längerer Zeit aufmerksam gemacht, und mufs hier wiederholt darauf deuten, da mir bisher kein Fall vorgekommen ist, in welchem die angegebene Verlängerung des Hauptdrahtes eine normale Magnetisirung durch den Nebendraht erlaubt hätte. — Gänzlich unabhängig von der Stärke und Richtung der Magnetisirung ist aber die Bildung der elektrischen Figuren auf den Harzflächen. Dieselben sind desto gröfser und ausgebildeter, einen je stärkeren Nebenstrom man hervorgerufen hat, und ihre Lage gegen den Hauptstrom ist durchaus bestimmt. Man sieht sogleich durch Vergleichung der Tabellen mit dem Schema, Taf. II Fig. 3, dafs, ohne eine einzige Ausnahme, die Strahlenfigur, Taf. II Fig. 1, stets an *der* Spitze des Nebendrahts entsteht, welche dem von der positiven Belegung der Batterie ausgehenden Theile des Hauptdrahtes zunächst liegt, mochte nun der Nebenstrom die Stahlnadel in normalem oder anomalem Sinn magnetisirt haben. Die Spitzen des Nebendrahtes, welche die Figuren erzeugen, standen 6 Fufs von der Batterie, 9 Fufs von der Elektrisirmaschine entfernt, so dafs der Einflufs der freien Elektricität des Apparats nicht zugegeben werden kann. Dann aber ist der elektrische Zustand der Spitzen offenbar derselbe, welcher bei Entfernung der Harzplatte den Nebenstrom constituirt, und der Schlufs ist unabweisbar, dafs die Richtung des Nebenstromes eine unveränderliche und in keiner Beziehung zu der Richtung des durch ihn erzeugten Magnetismus ist. Welche diese Richtung des Nebenstromes sey, wurde auf folgende directe Weise ausgemacht. Zwei dreizöllige Condensatorplatten wurden durch eine dünne Glimmerplatte getrennt; ich verband das eine Ende des

Nebendrahtes mit der unteren Platte, und näherte das andere Ende der kleinen Kugel, in welche die obere Platte fortsetzte. Nachdem die Batterie durch die Hauptspirale entladen worden war, hob ich die obere Platte ab und prüfte sie an einem Elektrometer. Der Versuch erfordert einige Vorsicht. Steht nämlich das freie Drahtende zu entfernt von der Kugel des Condensators oder derselben zu nah, so wird in dem Zwischenraum gar kein, oder ein sehr heftiger Funke bemerkt; in beiden Fällen findet sich keine Spur von Elektricität im Condensator. Bei gehörig regulirter Entfernung geht ein kleiner bläulicher Funke über, und die abgehobene Collectorplatte ist so stark elektrisch, dafs sie auch bei schwacher Ladung der Batterie ein Goldblattelektrometer zur Divergenz von 30° bringt. Ich lud die Batterie mit der Menge 6 positiver oder negativer Elektricität und untersuchte die Elektricitätsart der Collectorplatte. In allen Fällen wurde bei positiver Ladung der Batterie die Platte von dem Ende β des Nebendrahtes negativ geladen, von dem Ende α positiv; bei negativer Ladung hingegen von α negativ, von β positiv. Man sieht, dafs die Strahlenfigur, Taf. II Fig. 1, stets von der mit negativer Elektricität geladenen Spitze erzeugt wurde, wonach in allen angeführten Versuchen der Weg der beiden Elektricitäten bestimmt ist. Denkt man sich nämlich den Condensator entfernt und die freien Enden des Nebendrahtes einander nahe gerückt, so entsteht eine Entladung der daselbst angehäuften Elektricitäten, und hierdurch der Nebenstrom, dessen Richtung an der Unterbrechungsstelle gegeben ist, und weiter durch den ganzen Draht verfolgt werden kann. Ein Blick auf Fig. 3 zeigt, dafs der Strom im Nebendrahte dieselbe Richtung hat, welche die Entladung im Hauptdrahte verfolgt. Diese Versuche stellen daher den Satz, den ich schon früher angenommen habe, der aber mehrfach in Abrede gestellt worden, unbestreitbar fest, den Satz nämlich:

Der Nebenstrom der elektrischen Batterie hat unter allen Umständen, welche eine verschieden gerichtete Magnetisirung durch denselben bedingen, im Nebendrahte stets dieselbe Richtung, welche der Entladungsstrom im Hauptdrahte hat.

III. *Ueber die Principien der elektro-magnetischen Maschinen; von M. H. Jacobi.*

(Ein Vortrag, gehalten in der diefsjährigen Versammlung britischer Naturforscher zu Glasgow. — Aus dem „*Athenaeum*," No. 678.)

Ich habe die Ehre, der britischen Versammlung einen Abrifs von den Gesetzen der Wirkung elektro-magnetischer Maschinen vorzulegen, Gesetzen, die uns befähigen, die wichtige Aufgabe von der Anwendung des Elektro-Magnetismus als bewegende Kraft in genauer Weise zu lösen. Seit dem Beginn meiner Arbeiten, die zum Theil eine rein practische Tendenz hatten, nahm ich mir vor, die Lücke, welche noch in unserer Kenntnifs vom Elektro-Magnetismus übrig war, so viel wie möglich auszufüllen. Mit Hülfe des Hrn. Lenz verfolgte ich die Arbeiten, die um so schwieriger waren, als sie in der Richtung, die ich einzuschlagen für nöthig hielt, wenig Vorgängerinnen hatten, und wir begannen daher die Gesetze der Elektro-Magnete sorgfältig zu untersuchen. Der Bericht, welcher die Resultate unserer Untersuchungen enthält, wurde im Juni 1838 vor der Petersburger Academie gelesen [1]). Ich nehme mir die Freiheit, zuvörderst den Inhalt dieses Berichts hier kurz zu wiederholen.

Das Problem, welches ich zu lösen suchte, kann folgendermafsen aufgestellt werden. Wenn ein Kern von weichem Eisen und eine Volta'sche Batterie von gewisser Oberfläche gegeben sind: In wie viel Elemente mufs diese Oberfläche getheilt werden? wie dick mufs der den

1) Vergl. Annal. Bd. XXXXVII S. 225 und 401.

Eisenkern umgebende Draht seyn, und endlich, wie viel Windungen mufs dieser machen, um den gröfsten Betrag von Magnetismus hervorzubringen? Ich will mich hier nicht darüber auslassen, auf welche Weise wir verfuhren oder welchen Grad von Sicherheit die nach unseren Beobachtungen aufgestellten Gesetze besitzen. Ich nehme mir nur die Freiheit die einzelnen Gesetze darzulegen.

1) Die Stärke des in weichem Eisen durch galvanische Ströme erregten Magnetismus ist proportional der Kraft dieser Ströme. 2) Die Dicke des in Gestalt einer Schraube den Eisenstab umgebenden Drahts ist durchaus gleichgültig, vorausgesetzt, dafs die Schraube stets eine gleiche Zahl von Gängen habe und der Strom stets von gleicher Stärke sey. Diefs Gesetz gilt auch für den Fall, dafs, statt der Drähte, Streifen von Kupfer genommen werden. Defsungeachtet mufs ich bemerken, dafs es, um einen Strom von gleicher Stärke zu erhalten, nöthig ist, einen Volta'schen Apparat von gröfserer Kraft zu gebrauchen, sobald dünne Drähte, die einen gröfseren Widerstand darbieten, angewandt werden. 3) Bleibt der Strom sich gleich, so kann, in der Mehrzahl der practischen Fälle, der Einflufs des Durchmessers der Schraube vernachlässigt werden. 4) Die gesammte Wirkung der elektro-magnetischen Schraube auf den Eisenstab ist gleich der Summe der Wirkungen, die jede Windung einzeln ausübt.

Mit Hülfe dieser Gesetze und der Ohm'schen Formel, deren Wichtigkeit erst neuerlich einige britische Physiker zu würdigen angefangen, haben wir eine Formel aufgestellt, die alle zur Erlangung des Maximums von Magnetismus erforderlichen besonderen Umstände umfafst, und in folgender äufserst einfachen Weise ausgedrückt werden kann: *das Maximum des Magnetismus wird immer erhalten, wenn der gesammte Widerstand des die Schraube bildenden Leitungsdrahts gleich ist dem gesammten Widerstande der Säule.* Bezogen auf

das von Hrn. Faraday entdeckte merkwürdige Gesetz der festen Wirkung des galvanischen Stroms ergiebt sich, dafs der Magnetismus des weichen Eisens, dividirt durch den Zinkverbrauch, eine Gröfse, die wir den öconomischen Effect nennen, in Bezug auf das Maximum dieses Magnetismus eine constante Gröfse ist oder ein Ausdruck, in den weder die Dicke der Drähte noch die Zahl der aus der gegebenen Gesammtfläche einer Batterie gebildeten Plattenpaare eingeht, sondern nur die Gesammtdicke der Hülle.

Nach Beendigung dieser ersten Untersuchungen und nach Erlangung dieser Resultate, die nicht blofs ihrer Einfachheit, sondern auch ihres practischen Werthes wegen höchst befriedigend sind, gingen wir daran, unsere Untersuchungen auf Eisenstäbe von verschiedenen Dimensionen anzuwenden. Hier fragt es sich, ob Länge oder Dicke des Kerns eine specifische Wirkung ausübe, oder ob der Grad des Magnetismus blofs von der Construction des Schraubendrahts und der Stärke des Stromes abhänge. Die Lösung dieses neuen Problems bietet gröfsere Schwierigkeit dar, als das, dessen vollständige Lösung uns gelang. Wir waren nun gezwungen, Eisenstäbe von verschiedenen Dimensionen, und folglich, nach aller Wahrscheinlichkeit, von verschiedener Beschaffenheit anzuwenden. Aehnliche Bedingungen in Bezug auf die Wirkung der elektro-magnetischen Schraubendrähte zu erhalten, war gleichfalls schwierig; und wir gewahrten bald, dafs diese Umstände es unmöglich machten, eine so enge Uebereinstimmung zu erreichen, wie wir bei unseren früheren Beobachtungen erhalten hatten. Wiewohl diese Versuche schon vor zwei Jahren angestellt wurden, so sind doch die Resultate noch nicht veröffentlicht worden, weil wir, mit anderen Arbeiten beschäftigt, noch nicht Zeit genug zu deren Reduction und Anordnung, so wie zu den erforderlichen Berechnungen finden konnten. Defsungeachtet nehme ich mir die

Freiheit, der Section einige Resultate vorzulegen, welche nicht ohne Interesse sind, und mit der Frage über die elektro-magnetischen Maschinen innig zusammenhängen.

Neun Cylinder von weichem Eisen, jeder 8 Zoll lang und von verschiedenem Durchmesser, von drei Zoll bis ein Drittelzoll, unterwarfen wir der Wirkung eines Volta'schen Stroms von immer derselben Stärke, und erhielten dadurch folgende Werthe der magnetischen Kraft:

Durchmesser d. Stäbe.	Magnetismus beobachtet.	Magnetismus berechnet.
3 Zoll	447	442
$2\frac{1}{2}$ -	378	376
2 -	308	310
$1\frac{1}{2}$ -	246	244
1 -	175	178
$\frac{5}{6}$ -	158	156
$\frac{2}{3}$ -	142	135
$\frac{1}{2}$ -	112	113
$\frac{1}{3}$ -	87	91.

Die Rechnung wurde gemacht nach der folgenden Formel:

$$m = 131{,}75\, d + 46{,}75,$$

in welcher die Constanten nach der Methode der kleinsten Quadrate bestimmt wurden.

Die Unterschiede zwischen Rechnung und Beobachtung sind nicht so grofs, dafs sie nicht den unvermeidlichen Beobachtungsfehlern, den Verschiedenheiten in der Beschaffenheit des Eisens u. s. w. zugeschrieben werden könnten. Eine ähnliche Uebereinstimmung fand sich bei andern Beobachtungen, die wir in dem »*Report*« selbst beschreiben werden. Ich glaube daher, wir können das folgende Gesetz annehmen:

Wenn Eisenstäbe von gleicher Länge dem Einflufs eines Stroms von gleicher Kraft ausgesetzt werden, so ist der Betrag des Magnetismus, den sie annehmen, proportional ihrem Durchmesser.

Ich mufs bemerken, dafs die Constante, welche wir in der Formel hinzugefügt haben, von dem magnetischen Einflufs des Schraubendrahts abhängt und von dem eingeschlossenen Eisenkern unabhängig ist. Die practischen Folgerungen, die sich aus diesem merkwürdigen Gesetz ziehen lassen, sind von bedeutender Wichtigkeit. Von diesen will ich jedoch für jetzt nur einer erwähnen.

Nachdem gefunden worden, dafs der Betrag des Magnetismus proportional ist der Oberfläche des weichen Eisens, wurde ermittelt, dafs bei der Construction elektromagnetischer Maschinen, kleine Stäbe oder vielmehr, in Gemäfsheit meiner eignen Versuche vom J. 1837 (Taylor's *Scientific Memoirs*, *Vol. II*), hohle Stäbe vortheilhafter seyen als gröfsere und solide. Ich kann hier die Versuche des Prof. Barlow nicht mit Stillschweigen übergehen, die, wie bekannt, schon vor langer Zeit bewiesen haben, dafs die Einwirkung des Erdmagnetismus auf weiches Eisen nur von der Oberfläche, und fast gar nicht von der Dicke abhängt.

Um für Elektro-Magnete von verschiedener Länge das Gesetz zu ermitteln, unternahmen wir, Hr. Lenz und ich, sehr viele und mühsame Beobachtungen; sie wurden sogar auf Stäbe von 13 Fufs Länge ausgedehnt, und dabei zugleich die Bestimmung der besonderen Vertheilung des Magnetismus in den Stäben in Betracht gezogen. Von diesen Beobachtungen will ich nur diejenigen anführen, die auf die elektro-magnetischen Maschinen am meisten anwendbar zu seyn scheinen, und eben so einfache als unerwartete Resultate geliefert haben. Die folgende Tafel enthält die Resultate einiger Beobachtungen mit Stäben von gleichem Durchmesser, aber verschiedener Länge, unter dem Einflufs eines Stroms von gleicher Stärke, der sie in Schraubendrähten umkreiste. Bezeichnet M den Magnetismus der Enden und n die Zahl der Windungen des Drahts, so haben wir:

$$\frac{M}{n} = x,$$

eine Formel, nach welcher wir die Zahlen in der dritten Spalte berechnen können. Die Zahlen der vierten Spalte sind abgeleitet aus einer Reihe anderer Beobachtungen, gemacht mit demselben Draht von 960 Windungen, die indefs nicht die ganze Länge der Stäbe bedeckten, sondern nur die Enden derselben und daselbst eine Strecke von etwa zwei Zoll Länge einnahmen. Da die Schraubendrähte bei allen Beobachtungen immer dieselben waren, so brauchte man nur den Magnetismus der Enden durch 960 zu dividiren, um die Zahlen dieser Spalte zu finden.

Versuche über den Magnetismus von Stäben ungleicher Länge.

Länge der Stäbe.	Anzahl der Windungen.	Mittlerer Werth *Einer* Windung, wenn der Draht bedeckt	
		die ganze Länge	blofs die Enden
3 Fufs	946	7,334	7,560
2,5 -	789	6,993	7,264
2	634	7,402	6,871
1,5	474	7,880	7,491
1	315	7,847	7,573
0,5	163	7,766	7,691
	Mittel	7,537	7,408

Aus diesen Zahlen ist ersichtlich, dafs der Einflufs Einer Windung des Schraubendrahts beinahe gleich ist für alle Stäbe, und dafs ihre Länge keinen specifischen Einflufs ausübt. Nur im Verhältnifs zur Zahl der Windungen und zur Stärke des Stroms können die Stäbe einen gröfseren oder geringeren Betrag an Magnetismus erlangen. Kleine Stäbe scheinen sogar einen geringen Vorzug vor grofsen zu haben, da sich durch die Versuche ergiebt, dafs die Kraft von dreifüfsigen Stäben sich zu

der von halbfüfsigen verhält wie 73 zu 77. Es findet sich auch ein Gewinn im Verhältnifs von 75 zu 74, wenn man die ganze Länge der Stäbe bedeckt, statt blofs die Enden mit derselben Zahl von Windungen zu umgeben. Die Unterschiede zwischen den Beobachtungen und den einfachen Gesetzen sind, wie man sieht, für practische Zwecke ganz unbedeutend, und werden hoffentlich mit der Zeit ganz verschwinden, bei einer vollständigen Integration, welche die Gesammtlänge der Stäbe umfafst, und auf die Wirkung eines Elements des Stroms gegründet ist.

Ich will nun zum eigentlichen Gegenstand meiner Mittheilung übergehen. Im März 1839 übergaben Hr. Lenz und ich der Petersburger Academie einen Bericht, den ich nun der Gesellschaft vorlegen will. Er enthält die Resultate von Versuchen, die uns befähigten das merkwürdige Gesetz aufzustellen, *dafs die Anziehung der Elektromagnete proportional ist dem Quadrat der Stärke des galvanischen Stroms, dessen Einflufs die Eisenstücke unterworfen werden.* Diefs Gesetz ist für die Praxis von höchster Wichtigkeit, da es der ganzen Theorie der elektro-magnetischen Maschinen als Basis dient.

Ehe ich weiter gehe, sey es mir erlaubt einige Bemerkungen zu machen in Betreff eines Instruments, welches ich zu Anfange dieses Jahres der Academie der Wissenschaften vorlegte. Es bezweckt eine Regulirung des galvanischen Stroms, und ist für manche Untersuchungen dieser Art von grofsem Werth. Während meines Aufenthalts in London zeigte mir Prof. Wheatstone ein Instrument, welches genau auf denselben Grundsätzen wie das meine beruhte, mit sehr unbedeutenden Abänderungen und Abweichungen. Nun ist es ganz unmöglich, dafs dieser ausgezeichnete Physiker irgend Kunde von meinem Instrument gehabt haben sollte; allein, da wahrscheinlich die Anwendung desselben sehr ausgedehnt werden wird, so mufs ich hinzufügen, dafs wäh-

rend ich diefs Instrument nur zur Regulirung der Stärke elektrischer Ströme angewandt habe, er darauf eine neue Methode begründet hat zur Messung dieser Ströme und zur Bestimmung der verschiedenen Elemente oder Constanten, welche in die analytischen Ausdrücke eingehen und die Wirkung einer galvanischen Combination bedingen. Vorzüglich ist es die Messung der elektro-motorischen Kraft, auf welche Hr. Wheatstone durch diese Mittel seine Aufmerksamkeit gelenkt hat; und er hat mir in seinen noch nicht veröffentlichten Papieren sehr werthvolle, nach dieser Methode erhaltene Resultate gezeigt.

Im Fortgange dieser rein theoretischen Untersuchungen mufste ich wohl direct auf die Frage über die practische Anwendung des Elektromagnetismus eingehen. Unglücklicherweise kann ich hier weder von den Versuchen, die ich in einem sehr grofsen Maafsstabe anstellte, noch von den Maschinen und verschiedenartigen Apparaten, die ich construirte, die Details angeben. Die Nothwendigkeit, die Thatsachen oder tangibeln Resultate zu vermehren, — eine um so dringendere Nothwendigkeit als die practischen Anwendungen dieser Kraft so sehr rasch sich vermehrten, — diese Nothwendigkeit, sage ich, hat mir nicht Zeit oder Mufse genug zur Ausarbeitung und Anordnung derselben verstattet. Ich kann hier nur meine Bereitwilligkeit ausdrücken, jeden gewünschten Aufschlufs über die Details zu geben. Besonders erwähnen will ich jedoch hier der genügenden Resultate von den im letzten Jahre gemachten Versuchen mit einem Boote von 28 Fufs Länge $7\frac{1}{2}$ Fufs Breite und $2\frac{3}{4}$ Fufs Tiefe im Wasser, welches 14 Personen trug, und auf der Newa mit einer Geschwindigkeit von $2\frac{1}{4}$ engl. Meilen in der Stunde fortgetrieben wurde. Die Maschine, welche einen sehr kleinen Raum einnahm, wurde in Bewegung gesetzt durch eine Batterie von 64 Plattenpaaren, Zink und Platin, jede Platte von 36 Quadratzoll Oberfläche, und geladen nach Angabe des Hrn.

Grove mit Salpetersäure und Schwefelsäure [1]). Obwohl diese Resultate vielleicht nicht die übertriebenen Erwartungen einiger Personen befriedigen mögen, so mufs doch daran erinnert werden, dafs im ersten Jahre, nämlich 1838, als ich dieses Boot durch dieselbe Maschine und eine mit Kupfervitriollösung geladene Batterie von 320 Plattenpaaren, jede Platte von 36 Quadratzoll, bewegte, nur die Hälfte dieser Geschwindigkeit erreicht wurde. Diese ungeheure Batterie nahm einen bedeutenden Raum ein, und die Handhabung derselben war äufserst beschwerlich. Richtige Veränderungen in der Vertheilung der Stäbe, in der Einrichtung des Commutators und zuletzt in den Principien der Volta'schen Batterie führten zu dem erfolgreichen Resultat des folgenden Jahres 1839. So fuhren wir auf der Newa mehr als einmal, den ganzen Tag über, theils mit, theils gegen den Strom, mit einer Gesellschaft von 12 bis 14 Personen, und mit einer Geschwindigkeit nicht geringer als die des ersten Dampfboots. Mehr, glaube ich, kann nicht von einer mechanischen Kraft erwartet werden, deren Daseyn erst seit 1834 bekannt ist, als ich die ersten Versuche in Königsberg machte, und es mir gelang durch eben diese elektro-magnetische Kraft ein Gewicht von etwa zwanzig Unzen zu heben.

Bei dieser Gelegenheit mufs ich frei und ohne Rückhalt bekennen, dafs bisher die Construction elektro-magnetischer Maschinen gröfstentheils nach blofsem Herumtappen geschah; dafs selbst die Maschinen, welche in Bezug auf die statischen Effecte der Elektro-Magnete nach den aufgestellten unbestreitbaren Gesetzen construirt waren, unwirksam befunden wurden, sobald man ihnen Bewegung ertheilte. Immer gewohnt einen gerechtfertigten Gang zu gehen, konnten die unregelmäfsigen Versuche, welche überall, ohne wissenschaftliche Begründung, unternommen wurden, mir nur Bedauern einflöfsen, und mich veranlassen, alle meine Kräfte auf die klare Ermittlung der Gesetze dieser merkwürdigen Maschinen

1) Ihre Kraft war gleich $\frac{3}{4}$ bis 1 Pferdekraft.

zu richten. Ich gebe hier diese Gesetze in Formeln, welche mir scheinen sich selbst zu empfehlen sowohl durch deren Einfachheit, als durch die natürliche Weise, wie sie sich entwickeln.

Bezeichne R die sämmtlichen mechanischen Widerstände, welche auf die Maschine einwirken, und v die gleichförmige Geschwindigkeit, mit welcher sie sich bewegt, so haben wir für die Kraft oder den mechanischen Effect den Ausdruck:

$$T = Rv.$$

Es sey nun n die Zahl der Umgänge des Schraubendrahts, welcher die Stäbe umgiebt, z die Zahl der Platten der Batterie, B der gesammte Widerstand der galvanischen Kette, E die elektro-motorische Kraft, und k ein Coëfficient, welcher von der Anordnung der Stäbe, dem Abstande der Pole und der Beschaffenheit des Eisens abhängt; dann haben wir für das *Maximum des mechanischen Effects*, welches erreicht wird, den Ausdruck:

$$\text{I.} \quad T = \frac{z^2 E^2}{4Bk},$$

für die *Geschwindigkeit*, welche diesem Maximum entspricht:

$$\text{II.} \quad v = \frac{B}{kn^2},$$

für den *Widerstand*, der auf die Maschine einwirkt:

$$\text{III.} \quad R = \frac{n^2 z^2 E^2}{4B^2},$$

und endlich für den *ökonomischen Effect*, d. h. für den Nutzeffect dividirt durch den Zinkverbrauch in einer gegebenen Zeit:

$$\text{IV.} \quad O = \frac{E}{2k}.$$

Diese Formeln können in Worten so ausgedrückt werden:

I. Das Maximum des mechanischen Effects, wel-

ches mit einer Maschine erhalten werden kann, ist proportional dem Quadrat der Zahl von Volta'schen Elementen, multiplicirt mit dem Quadrat der elektro-motorischen Kraft und dividirt durch den gesammten Widerstand der Volta'schen Kette. Ueberdiefs tritt in die Formel ein Factor, mit *k* bezeichnet, der abhängt von der Beschaffenheit des Eisens, von der Form und Anordnung der Stäbe, und dem Abstande ihrer Enden. Mit Bezug auf einige andere Untersuchungen, die ich mit Volta'schen Combinationen unter ähnlichen Umständen angestellt habe, geht hieraus hervor, dafs, bei gleichem Widerstande, der Gebrauch von Platin und Zink einen zwei oder drei Mal gröfseren Effect hervorbringt als der Gebrauch von Kupfer und Zink.

II. Weder die Zahl der Windungen des die Stäbe umgebenden Drahts, noch der Durchmesser oder die Länge der Stäbe selbst hat irgend einen Einflufs auf das Maximum der Kraft. Es folgt daraus also, dafs weder durch Vergröfserung der Länge oder des Durchmessers der Stäbe noch durch Anwendung einer gröfseren Drahtmenge die Kraft erhöht werden kann. Es findet jedoch die Merkwürdigkeit dabei statt, dafs die Anzahl der Windungen blofs deshalb aus der Formel verschwindet, weil die Kraft der Maschine im geraden Verhältnifs, und die Geschwindigkeit im umgekehrten Verhältnifs des Quadrates dieser Anzahl steht. Die Anzahl der Windungen, die Dimensionen der Stäbe und die übrigen Bestandtheile der elektro-magnetischen Maschine müssen demnach betrachtet werden als von gleichem Range mit den gewöhnlichen Mechanismen, welche zur Uebertragung oder Fortführung der Geschwindigkeit dienen, ohne die Totalarbeit zu erhöhen. So wäre es möglich, statt des gewöhnlichen Räderwerks, Stäbe von gröfserer oder geringerer Länge, oder eine gröfsere oder geringere Drahtmenge anzuwenden, um zwischen der Kraft und der Geschwin-

schwindigkeit die Beziehung herzustellen, welche die Anwendungen auf Fabrikprocesse erfordern mögen.

III. Die mittlere Anziehung von Magnetstäben oder der Druck, den die Maschine ausüben kann, ist proportional dem Quadrat des Stroms. Dieser Druck wird vom Galvanometer angezeigt, welches in dieser Weise die Function des Manometers der Dampfmaschinen verrichtet.

IV. Der ökonomische Effect, d. h. die Totalarbeit, dividirt durch den Zinkverbrauch, ist eine constante Gröfse, welche am einfachsten durch die Relation zwischen der elektro-motorischen Kraft und dem zuvor erwähnten Factor k ausgedrückt wird, Ich wiederhole hier, was ich anderswo gesagt, dafs bei Anwendung von Platin statt Kupfer die theoretischen Ausgaben nahe im Verhältnifs 23 zu 14 verringert werden.

V. Der Zinkverbrauch, welcher stattfindet, wenn die Maschine in Ruhe ist und gar nicht arbeitet, ist das Doppelte von dem, welcher stattfindet, wenn sie das Maximum ihrer Arbeit hervorbringt.

Ich halte es nicht für sehr schwierig die Leistung eines Pfundes Zink, bei seiner Umwandlung in Sulfat, mit Genauigkeit zu bestimmen, in derselben Weise wie bei der Dampfmaschine die Leistung eines Bushels Steinkohle als Maafs zur Schätzung des Effectes verschiedener Combinationen dient. Der fernere Nutzen und Gebrauch der elektro-magnetischen Maschinen scheint mir ganz sicher zu seyn, besonders da das blofse Probiren und die vagen Ideen, welche bisher bei der Construction dieser Maschinen vorwalteten, nun endlich zu genauen und bestimmten Gesetzen geführt haben, die den allgemeinen Gesetzen gemäfs sind, welche die Natur streng zu befolgen gewohnt ist, sobald es sich um Effecte und deren Ursachen handelt.

Nachtrag [1]).

In meinem »*Mémoire sur l'application de l'Electromagnétisme etc.* (1835)« hatte ich zuerst wahrgenommen, dafs die gleichförmige Geschwindigkeit, welche diese Maschinen erlangen, gröfstentheils den magneto-elektrischen Strömen zuzuschreiben sey, welche durch die Bewegung selbst, im entgegengesetzten Sinne der ursprünglichen galvanischen Ströme hervorgerufen werden. Diese magneto-elektrischen Gegenströme schwächen zwar den Magnetismus, reagiren aber zugleich auf die elektrolytische Thätigkeit der Batterie, so dafs während des Ganges der Maschine ein geringerer Zinkverbrauch stattfindet als während der Bewegung. Diese Phänomene, obgleich sie zuerst sehr auffallend erscheinen, sind indefs die Ursache, dafs diese Maschinen eben so einfachen und definitiven Gesetzen unterworfen sind, als alle andere durch die gewöhnlichen Triebkräfte activirten. Eine grofse Menge von Beobachtungen, welche ich über die mechanische Arbeit einer elektro-magnetischen Maschine unter steter Berücksichtigung der Stromstärke angestellt hatte, welche letztere durch eine Tangentenbussole gemessen wurde, boten mir anfänglich nur, ein kaum zu entwirrendes Labyrinth dar. Man weifs, dafs bei jeder Maschine, zwischen der Kraft und der Geschwindigkeit, ein gewisses Verhältnifs stattfindet, welches dem Maximo der Arbeit entspricht. Dieses findet auch bei den elektro-magnetischen Maschinen statt, und es sind gerade diese Maxima, bei denen diese Gesetzmäfsigkeit am entschiedensten hervortritt.

Es sey F und F' die Stärke des Stromes respective bei der Ruhe und bei der Bewegung, G der Gegenstrom, so hat mam:

$$\text{I.}\quad F - G = F'.$$

Nach den theils von uns, theils von Andern angestell-

1) Mitgetheilt vom Hrn. Prof. Jacobi.

ten Versuchen verhält sich die elektro-motorische Kraft der magneto-elektrischen Ströme, also auch dieser Gegenströme, wie die magnetische Intensität der Eisenstangen, wie die Anzahl der Windungen und wie die Geschwindigkeit des Systems, welcher die Anzahl der Impulse proportional ist, die in einer gegebenen Zeit statt haben. Ist daher nach der obigen Bezeichnung die magnetische Intensität $M' = nF'$, so hat man hier die Stärke des Gegenstromes:

$$\text{II.}\quad G = \frac{kM'vn}{B} = \frac{kF'vn^2}{B}$$

und für die Stärke des Stromes, welcher während der Bewegung stattfindet:

$$\text{III.}\quad F' = F - G = \frac{BF}{kn^2v + B} = \frac{zE}{kn^2v + B},$$

indem:

$$F = \frac{zE}{B}.$$

Die magnetische Intensität während der Bewegung ist daher:

$$\text{IV.}\quad M' = nF' = \frac{nzE}{kn^2v + B}.$$

Wenn die Maschine sich mit gleichförmiger Geschwindigkeit bewegt, so mufs die Summe sämmtlicher Widerstände, also z. B.:

der Widerstand der Luft, Reibung u. s, w.,

gleich seyn der Summe sämmtlicher activen Kräfte. Letztere sind hier die mittleren magnetischen Anziehungen und Abstofsungen, welche sich wie die Producte aus den magnetischen Intensitäten des festen und des beweglichen Systems verhalten. Diese Intensitäten sind bei meinen Maschinen gewöhnlich gleich, da der Strom die Drähte des festen und beweglichen Systems hinter einander durchläuft und alle Stangen eine gleiche Anzahl Windungen haben. Wir haben also $M'M' = M'^2 = R$.

Die Totalarbeit T ist das Product aus dem Widerstande in die Geschwindigkeit, oder:

$$\text{V.}\quad T = vR = vM'^2,$$

oder mit Rücksicht auf die Formel IV:

$$\text{VI.}\quad T = \frac{nzEV\overline{R} - BR}{kn^2} = \frac{vn^2z^2E^2}{(kn^2v + B)^2}.$$

Hieraus findet man nun die oben angegebenen Formeln, wenn man die Werthe von R und v sucht, welche dem Maximo der Arbeit oder dem T_m entsprechen.

Es ist hinzuzufügen, dafs diese Formeln modificirt werden durch den Umstand, dafs das Eisen seine magnetische Intensität nicht instantan erlangen kann, und dafs es dazu einer gewissen Zeit bedarf, die von der Stärke dieser Intensität, und besonders von der Qualität des Eisens abhängt. Diese Umstände theoretisch in Rechnung bringen zu können, ist aber vorläufig keine Aussicht vorhanden.

Berlin, den 11. November 1840.

H. W. Jacobi.

IV. *Vermischte Nachrichten von neuen elektromagnetischen Vorrichtungen und Beobachtungen aus dem Gebiete des Galvanismus.*

(Briefliche Mittheilung von Dr. F. Mohr in Coblenz.)

— Fast in jedem der letzten Jahre wurde die Wissenschaft von England aus mit einer neuen elektrischen Batterie beschenkt. Die letzte ist bekanntlich jene aus Gufseisen und Zink. Eine solche Batterie aus 8 Elementen sah ich, bei meiner neulichen Anwesenheit in England, in der Victoria-Gallerie zu Manchester, wo der bekannte Entdecker der Elektromagnete, Hr. Sturgeon, Vorlesungen hält. Sie bestand aus acht gufseisernen cylindri-

schen Gefäfsen von etwa 10 Zoll Höhe und 3 Zoll Durchmesser; durch einen dicken kupfernen Draht ist dieser Topf mit einem gegossenen Cylinder aus Zink fest und unbeweglich durch Löthung verbunden. Wegen der bedeutenden Schwere des gufseisernen Topfes schwebt der Zink in freier Luft, ohne dafs das Ganze umfällt, und man hat bei der Zusammenstellung der Säule nur die Sorge zu tragen, dafs die Zinkcylinder die Wände des gufseisernen Gefäfses nicht berühren. Es ist alsdann keine Trennung durch Pappe oder Holz nöthig. Bequem ist es jedenfalls, den Zinkcylinder in einen gedrehten hölzernen Ring zu stecken, wodurch sowohl die Berührung des Bodens als der Wände vermieden wird. Das Zink ist amalgamirt, und die Säure ist Schwefelsäure mit dem 8fachen Gewichte Wasser verdünnt. Diese Säure ist freilich so stark, dafs sie selbst das amalgamirte Zink chemisch angreift, und dadurch eine bedeutende Entwicklung von Wasserstoffgas hervorbringt. Hr. Sturgeon bedeckt deshalb den ganzen Apparat mit einem Kasten und führt das Gas nach aufsen durch eine Röhre ab. Die Wirkung dieser Säule war sehr befriedigend. Ein 6 bis 8 Zoll langer, ziemlich dicker Platindraht wurde heftig glühend, und schmolz zuweilen ab; die Wasserzersetzung betrug 4 bis 5 Kubikzoll in der Minute. Obschon die Säule nicht constant ist, so hält sie doch länger an, als eine gemeine Säule aus Kupfer und Zink. Spencer glaubt bemerkt zu haben, dafs diese Säule am stärksten wirkt, wenn sie mit Rost bedeckt ist, ohne welchen Umstand sie in der That schwach wäre. Hr. Sturgeon hat hierüber nichts bestimmtes geäufsert.

Am meisten findet man überall Daniell's constante Batterie in Gunst stehen, weil sie lange gleichmäfsig wirkt und keine Gase entwickelt. Grove's Batterie, obschon sie im kleinsten Raum die wirksamste ist, wird dennoch von Vielen hintenangesetzt. Ihre Wirkung ist mit einer sehr starken und unangenehmen Gasentwicklung verbun-

den, und dauert nie sehr lange, weil concentrirte Salpetersäure dabei wirksam seyn mufs, während Daniell's Batterie bis zum Niederschlagen alles Kupfers wirksam bleibt. Die Grove'sche Batterie soll auch häufig die Unannehmlichkeit der Endosmose zeigen, dafs nämlich die Flüssigkeit innerhalb einer Zelle steigt und aufserhalb sinkt.

Aufserdem ist die Anschaffung der Grove'schen Batterie ungleich kostbarer, nachdem Spencer gezeigt hat, wie man eine Daniell'sche Batterie ohne alles metallisches Kupfer construiren kann. Dieses ist eine der schönsten und nützlichsten Einrichtungen, verbunden mit grofser Wohlfeilheit. Spencer nimmt das Blei aus chinesischen Theekisten oder anderes dünnes Tabacksblei und faltet es sternförmig, so dafs, wenn es aufrecht steht, es einen gerippten Cylinder vorstellt, im Querschnitt etwa wie Fig. 4 Taf. II. Diese Gestalt bietet im selben Raume die doppelte Oberfläche des negativen Metalles dar. Dieser Bleicylinder wird in ein gläsernes oder porcellanes Gefäfs gestellt, in ihn selbst der Thoncylinder und in diesen das Zink des folgenden Elementes, und so die übrigen. Der Bleicylinder steht in schwefelsaurer Kupferoxydlösung, und überzieht sich deshalb bei der galvanischen Schliefsung der Kette schnell mit Kupfer, so dafs er nach einigem Gebrauche eine eben so grofse und gestaltete Kupferplatte darstellt, und deren Stelle auch beständig vertreten kann. Es ist bekannt, dafs die Platten in der constanten Batterie beständig an Dicke wachsen, und dadurch zuletzt unbequem werden können. Man hat hier denselben Verbrauch an Kupfervitriol wie bei der bekannten Batterie von Daniell; allein keine Anschaffung von metallischem Kupfer, welches allmälig durch den Gebrauch gebildet wird.

Was nun die porösen Zwischenwände betrifft, so sind diese zwar ein unentbehrlicher, aber auch sehr un

angenehmer Bestandtheil der constanten Batterie. Bei Grove's Säule kann man nur gebrannte Thoncylinder gebrauchen, dagegen bei Daniell's Batterie verschiedene Substanzen. Die von Daniell vorgeschlagenen Ochsengurgeln sind allgemein perhorrescirt worden, und in der That auch sehr widerlich bei der Behandlung. Blasen und Därme wirken am vollkommensten chemisch trennend; sie sind fast gar nicht im Gebrauch wegen ihrer Zerstörbarkeit. Thönerne Cylinder haben fast immer den Fehler, dafs sie filtriren, und dafs, wenn Kupfervitriol zum Zink gelangt, dieses Metall auf eine schädliche Weise beschmutzt und zerstört wird. Spencer hat Cylinder von dickem braunen Packpapier in Anwendung gebracht, welche eben so wohlfeil, dauerhaft und leicht darzustellen seyn sollen. Man verschaffe sich einen hölzernen Cylinder von der Dicke der darzustellenden Zelle, und ein dünnes Stück Holz von demselben Durchmesser, äufserlich mit einer eingedrehten Rinne versehen. Nun schneide man das passende Stück Papier ab, wickle es um den Cylinder und Boden herum, verkitte die überragenden Enden mit Siegellack, welches durch Darauflegen eines heifsen Eisens noch einmal in der ganzen Länge zum Schmelzen gebracht wird, und befestige den hölzernen Boden durch Umschnüren gewöhnlichen Bindfadens. Wenn das dazu verwendete Papier die passende Dicke, Stärke und Dichtheit besitzt, so stehen diese Cylinder ganz aufrecht, wenn sie mit Flüssigkeit gefüllt sind, und halten mehrere Jahre lang aus. Als innere Flüssigkeit wendet Spencer eine Lösung von Zinkvitriol oder Glaubersalz an. Kochsalz ist bekanntlich auch gut.

Die Batterie von Smee, worin Silber mit darauf galvanisch abgesetztem Platin an der Stelle der reinen Platinplatte in der Grove'schen Zusammenstellung angewendet wird, hat keinen Beifall gefunden. Das Pla-

tin haftet nur im pulvrigen Zustande darauf, und das Silber wird immer von der Salpetersäure angegriffen. Es ist eine fehlgeschlagene Oeconomie.

Spencer hat noch eine sehr schöne Methode entdeckt, den galvanischen Kupferniederschlag auf Substanzen aller Art absetzen zu lassen. Es handelt sich bekanntlich nur darum, die Oberfläche dieser Körper in einen Leiter zu verwandeln, ohne dafs dieselbe in der Form eine Veränderung erleidet.

Der Graphitüberzug ist nicht überall gut anzubringen. Spencer befeuchtet die zu copirenden Objecte, wie Holzschnitte, Pasten, Gypsabgüsse, Thonwaaren, mit einer Auflösung von salpetersaurem Silber und hängt sie in einer Glasglocke über eine Schale auf, worin sich eine Auflösung von Phosphor in Aether oder Terpenthinöl befindet. Diese Schale wird in etwas warmen Sand gesetzt. Durch die Dämpfe dieser Flüssigkeit wird das Silbersalz reducirt, und es überzieht sich die Oberfläche mit einer Lage metallischen Silbers, auf welche sich das Kupfer eben so gut galvanisch absetzt, wie auf reines Kupfer oder Silber. Diese Operation kann in wenigen Minuten mit bestimmtem Erfolge ausgeführt werden. Eine Lösung von Goldchlorid soll auch anwendbar seyn, eben so, zum Reduciren, schwefligsaures Gas.

In der Victoria-Gallerie zu Manchester sahen wir noch zwei höchst merkwürdige Elektromagnete von ganz neuer Gestalt. Der Erfinder derselben ist Hr. J. B. Joule, zu Salford, bei Manchester. Man denke sich einen massiven Cylinder von etwa $2\frac{1}{2}$ Zoll Dicke und 8 bis 10 Zoll Länge. Durch denselben wird in der Axe ein Loch von $\frac{3}{4}$ Zoll Weite gebohrt, und nun ein Sägeschnitt dicht am Rande der Bohrung, der Länge nach, durchgeführt, so dafs dieselbe in ihrer ganzen Länge einen etwa $\frac{1}{2}$ Zoll weiten Spalt darbietet. Diese beiden Stücke bilden, wenn ihre Schnittflächen gehörig geebnet und geschliffen sind, den Elektromagneten sammt seinem Anker (Fig. 5 Taf. II).

Jedes derselben ist mit drei eingeschraubten Haken versehen, wodurch man diesen langen und dicken Elektromagneten horizontal aufhängen, und an dem Anker einen horizontalen Zug hervorbringen kann. Die 2 Lin. dicken kupfernen Leitungsdrähte sind der Länge nach über den Elektromagneten und durch die in ihm befindliche Rinne gewickelt. Die Anzahl der Windungen ist durch den engen Raum im Innern des Elektromagneten beschränkt, weil sie wegen des Ankers nicht darüber hervorragen dürfen.

Ich schätze das Gewicht dieses Elektromagneten, aus dem Gedächtnisse, auf 12 bis 14 Pfund, und er trug, nach Angabe des Hrn. Sturgeon, mit der oben beschriebenen Zinkeisen-Batterie erregt, 20 Centner. Es ist einleuchtend, dafs der erregende Draht wegen seiner grofsen Nähe an dem Anker auch auf diesen kräftig erregend wirken mufs, und man kann sich den ganzen Apparat als eine Menge kleiner neben einander geordneter Elektromagnete versinnlichen. Ein anderer, nach demselben Principe construirter Elektromagnet war noch merkwürdiger, indem dabei nur eine einzige Drahtwindung angebracht war.

Die Länge des Cylinders und des Ankers betrug 2 Fufs, die Füfse des Hufeisens waren also auch 2 Fufs lang, ferner $\frac{1}{2}$ Zoll breit, mit kaum $\frac{1}{2}$ Zoll Zwischenraum. 12 Haken waren am Hufeisen, welches freilich nur auf der Stirne diese Form zeigte, und eben so viele am Anker angebracht, um die horizontale Aufhängung und Belastung zu effectuiren. Ein fünf Lin. dicker Kupferdraht war zuerst aufserhalb am Cylinder, dann zurück durch seine Mitte, und nun nochmals auf der andern Seite aufserhalb geführt. Von unten gesehen und im Querschnitt erblickt man diesen Elektromagnet in Fig. 6 und 7 Taf. II abgebildet.

Das Gewicht des Elektromagnet, ohne den Kupferdraht betrug 6 Pfund 11 Unzen, der Anker wog 3 Pfund

7 Unzen, die Berührungsfläche zwischen Anker und Elektromagnet 10½ Quadratzoll, und die Tragekraft mit der eben genannten Batterie 12 Centner. Diese Wirkung ist bei der geringen Masse des Eisens und einer einzigen Drahtwindung höchst überraschend.

Coblenz, den 1. Nov. 1840.

Zusatz.

Zur Vervollständigung obiger Briefnachrichten möge noch Folgendes hinzugefügt seyn.

Nach eigener Angabe des Hrn. Joule (*Annal. of Electricity, Vol. V p.* 187) ist der Eisencylinder, welcher den in Fig. 5 Taf. II abgebildeten Elektromagneten bildet, 8 Zoll engl. lang, und längs seiner Axe mit einem Loch von 1,0 Zoll Durchmesser versehen. Er ist, parallel der Axe, so weit abgeschnitten, dafs die Pole $\frac{1}{3}$ Zoll von einander stehen, und darauf auf der Schnittfläche wohl geebnet. Dann ist ein anderes Stück weiches Eisen, von gleicher Länge mit dem Cylinder, auf der einen Seite eben geschliffen, daran gelegt, und nun das Ganze von aufsen abgedreht. Die Umwindung besteht aus vier mit Seide besponnenen Kupferdrähten von $\frac{1}{11}$ Zoll Durchmessser und 23 Fufs Länge, die, neben einander gelegt, mit Calico umwickelt sind. Hr. J. wählt vier Drähte statt eines einzigen von vierfachem Querschnitt, weil er gefunden haben will, dafs sie einen stärkeren Magnetismus erregen, als ein solcher. Das Gewicht des (Magnet und Anker?) beträgt 15 Pfund. Das Maximum der Tragkraft, gemessen mit einer Hebelvorrichtung, ergab sich zu 2030 Pfund, und zwar mittelst des Stroms einer Zink-Eisenkette, der, seiner Angabe nach, 324 Gran Wasser in einer Stunde zerlegt haben würde.

Später (*Ann. of Electr. Vol. V p.* 471), als Hr. J., statt der angegebenen Umwindung eine andere, bestehend aus 21 Kupferdrähten von $\frac{1}{25}$ Zoll Durchmesser und

23 Fuſs Länge, neben einander gelegt, anwandte, und durch sie den Strom einer gröſseren Kette leitete (Zink und guſseiserne Cylinder, 16 Paar, jeder Cylinder von 1 Quadratfuſs Fläche, und Schwefelsäure als Flüssigkeit) stieg das Maximum der Tragkraft auf 2775 Pfund, wiewohl der ganze Apparat (Magnet, Anker, Umwindung) nur 26 Pfund wog.

Hr. J. hat versucht, das erstgenannte Maximum dieses Magneten zu vergleichen mit dem Maximum der Tragkräfte von vier anderen, gewöhnlich geformten Elektromagneten (deren kleinster aus einem halbkreisförmig gebogenen Eisendraht von 0,25 Zoll Länge und 0,04 Zoll Dicke gebildet war) und dabei gefunden, daſs die specifische Tragkraft, d. h. die absolute, dividirt durch die Fläche der Pole, keineswegs bei dem groſsen Magneten am stärksten war [1]). Er theilt darüber Zahlen mit, die indeſs, wegen Ungleicheit der Elemente (Stromstärke, Drahtlänge, Zahl der Windungen etc.) nicht vergleichbar sind.

Was den in Fig. 6 Taf. II abgebildeten Magneten betrifft, so werden die Dimensionen desselben von Hrn. J. nahezu, so angegeben, wie es von Hrn. Dr. Mohr geschehen ist. Von der Tragkraft heiſst es indeſs, daſs sie, als der Strom, statt durch Einen Kupferdraht von $\frac{3}{8}$ Zoll Durchmesser, durch 60 eben so lange Drähte von $\frac{1}{25}$ Zoll Durchmesser geleitet worden, von 1350 auf 1856 Pfund gestiegen sey. Die specifische Tragkraft dieses Magneten war auch kleiner als die des anderen, wie es auch nicht anders seyn konnte. Der Strom war der der erwähnten Zink-Eisenkette von 16 Elementen, combinirt zu zwei.

Anlangend Herrn A. Smee, so ist seine Batterie (»*chemico-mechanical*« *Battery etc.*) das Resultat einer

1) Was auch mit den genaueren Bestimmungen des Hrn. Prof. Jacobi (S. 361 dieses Hefts) übereinkommt; abgesehen davon, daſs die Tragkraft nicht dem Querschnitt, sondern dem Durchmesser eines Stabes *proportional* ist.

Reihe von Versuchen (beschrieben in den *Phil. Mag. Vol. XVI p.* 315), durch welche er den (aber keineswegs, wie Hr. S. glaubt, bisher unbekannten) Einflufs der Oberflächen-Beschaffenheit der Platten nachzuweisen sich bemüht. Die Beobachtung, dafs Platinschwamm, mit Zink combinirt, einen starken Strom giebt, veranlafste ihn, glattes Platin und andere Substanzen (Palladium, Silber, Kupfer, plattirtes Kupfer, Nickel, Neusilber, Messing, Zinn, Gufseisen, Eisenblech, Stahl, Steinkohle u. s. w.) mit gepülvertem Platin zu überziehen, und zwar auf die Weise, dafs er eine solche, als negative Platte dienende Substanz in ein Gemisch von verdünnter Schwefelsäure und etwas Platinlösung bringt und mit amalgamirtem Zink verbindet, das, innerhalb einer mit verdünnter Schwefelsäure gefüllten Thonröhre stehend, in dasselbe Gemisch gestellt ist. Der galvanische Strom, der dann entsteht, schlägt Platin in fein zertheiltem Zustand auf die negative Platte nieder. Da das so gefällte Platin nur sehr lose an der negativen Platte haftet, so macht Hr. S. dieselbe zuvor rauh, beim Platin auf mechanischem Wege, beim Silber, Kupfer u. s. w. durch vorheriges Aetzen mit Salpetersäure, ein Verfahren, das, wie oben erwähnt, seinen Zweck auch nur unvollständig erreicht. Die gröfste Wirkung erhielt Hr. S. von dem auf diese Weise platinirten Platin; es gab, combinirt mit Zink und verdünnter Säure, einen 5 Mal stärkeren Strom als geglühtes Platin, und einen 30 Mal stärkeren als gewöhnliches Platin, unter denselben Umständen. Auch Silber, und besonders Palladium, auf ähnliche Weise auf andere Metalle niedergeschlagen, verstärkte die Intensität des Stroms.

Hr. Sturgeon hat seine Batterie in den von ihm herausgegebenen *Annals of Electricity, Vol. V p.* 66 und 121 näher beschrieben, daselbst auch deren Wirksamkeit verglichen mit der von anderen Batterien. Seiner

Angabe nach liefern bei gleicher Plattengröfse (104 Quadratzoll) 10 Plattenpaare der Batterie von

Sturgeon	25	Kbzll. Wasserstoffgas in 1 Minute
Grove	24	- - - - - -
Smee	15	- - - - - -
Daniell	12	- - - - - -

so dafs also die Zink-Gufseisenkette den Vorzug vor allen bekannten Ketten hätte. Ob dem wirklich so sey, darüber können aus mehr als einem Grunde die von Hrn. St. angestellten Messungen nicht entscheiden, da sie (was leider von vielen in England gemachten Untersuchungen der Art gilt) ohne alle Kenntnifs der Gesetze des Galvanismus ausgeführt sind [1]). *P.*

V. *Ueber eine vortheilhafte Construction der Grove'schen Kette; von C. A. Grüel in Berlin.*

Die Annalen haben uns vor Kurzem mit der Einrichtung der Grove'schen Zink-Platinplatte bekannt gemacht. Es giebt wohl im Bereich der ganzen Physik wenige, die Mühe des Experimentators schlechter belohnende Werkzeuge, als die bisher gebrauchten galvanischen Apparate, sie mögen nun heifsen: Calorimotoren, Siderophore, Säulen, Trogapparate etc.; nichts Langweiligeres, als das Putzen, Scheuern und Erneuen der Erregerplatten, und des feuchten oder flüssigen Leiters, um sie zu einem neuen Versuch geschickt zu machen, welcher, wenn man nicht mit grofsartigen Mitteln operiren will, nur die Wahl gestattet zwischen einer kurzen kräftigen oder einer länger dauernden, aber immer sehr schwachen Wirkung; gern liefse man sich noch den 6fachen Zinkverbrauch

1) Ich selbst hatte mich, schon ehe mir Sturgeon's Aufsatz bekannt war, von der grofsen Wirksamkeit des Gufseisens überzeugt, und *hoffe in einiger Zeit* Näheres darüber bekannt zu machen. P.

gefallen, wenn dadurch der erwähnte Mangel zu beseitigen wäre.

Um so freudiger mufs man durch den kleinsten Versuch mit der Grove'schen Kette überrascht werden, für deren Entdeckung man dem Erfinder nur Dank wissen kann.

Wenn es scheint, als ob dieser Versuch noch nicht so vielseitig angestellt wurde, als er es verdient, so liegt diefs wahrscheinlich, wohl einerseits an dem theuren Preis des Platins, andererseits an dem gleich im Voraus gerügten Uebelstand der während längerer Dauer der galvanischen Action sich entwickelnden Dämpfe von salpetriger Säure [1]). Es hat jedoch mit diesen beiden Hindernissen nicht so viel auf sich. Das Platin bleibt ganz unversehrt, behält seinen vollen Werth und belohnt sich durch die Einfachheit der ganzen Einrichtung, die nicht mehr kostet als ein Calorimotor. Es kann auch mit derselben Wirkung und mit Leichtigkeit erneuert werden, wenn alles Zink verbraucht ist, und die salpetrigsauren Dämpfe lassen sich in dem Grade vermeiden, dafs sie nicht im Geringsten lästig fallen.

Ich liefs mir zu meinen Versuchen ein kleines cylindrisches, dünnwandiges Gefäfs von gewöhnlichem Pfeifenthon anfertigen, brachte innerhalb desselben das Platinblech, in einen Ring gebogen, so an, dafs sich dasselbe überall an die Wände des Gefäfses anlegte, bog dann das Zinkblech so, dafs es die Aufsenseite des Thons in geringem Abstande umgab, setzte diese Vorrichtung in ein gewöhnliches Trinkglas, und gofs die nöthigen Flüssigkeiten zum Platin und zum Zink. Diese aus concentrischen Ringen bestehende Kette lieferte vollkommen die Wirkung eines grofsen Calorimotors; doch schon nach

1) Zum Theil auch daran, dafs man sich die zur Aufnahme dieser Säure erforderlichen porösen Gefäfse nicht zu verschaffen wufste. In Berlin kann man jetzt dieselben sehr dünn und regelmäfsig geformt von Pfeifenthon erhalten.

wenigen Minuten hatte sich die dünne Schicht Salpetersäure zwischen dem Platin und Thon dergestalt erhitzt, daſs sie in vollständigem Kochen unerträgliche Dämpfe ausstieſs und die Kette entleert werden muſste. Die Salpetersäure im mittleren Raum blieb kalt; jedenfalls blieb sie, wie auch die innere Seite des Platinringes, ausgeschlossen und ohne Antheil an der erlangten galvanischen Wirkung. Um nun die unzweckmäſsige dünne Säureschicht zu vermeiden, gleichzeitig aber auch eine möglichst groſse Platinfläche nutzbar zu machen, zerschnitt ich das Blech in zwei Streifen von der Breite des Durchmessers des Gefäſses, und fügte sie mittelst zweier Einschnitte (Fig. 8 Taf. II) nach ihrer Längenrichtung so in einander, daſs sie sich in ihrem Mittelpunkte rechtwinklich durchkreuzten. Als Leitungsdraht steckte ich oben am Kreuzungspunkte ein ebenfalls entsprechendes, am Ende eingesägtes Endchen dicken Kupferdrahts mit Quecksilberpfanne auf. Der Apparat hatte nun die Form der Fig. 9 Taf. II, wo der äuſsere Kreis das Glas, der folgende das Zink, der innere das Thongefäſs und das Kreuz das Platin vorstellt; er wirkte vortrefflich und mehrere Stunden ohne alle Gasentwicklung, ohne Schwächung des Stroms, selbst als die Salpetersäure sich schon dunkelgrün gefärbt hatte. Der Physiker gewinnt dadurch einen Apparat, der ihn bei seinen elektro-magnetischen und magneto-elektrischen Experimenten niemals im Stiche läſst, und wird sich nicht mehr zur Anwendung der früheren Vexirkette bewogen fühlen. Da eine bestimmte Zinkfläche im Stande ist eine verhältniſsmäſsig sehr groſse Platinfläche in den Erregungszustand zu versetzen, so wird es bei gröſseren Ketten von der beschriebenen Einrichtung zweckmäſsig seyn, das elektro-negative Platin durch Einführung eines dritten Streifens dieses Metalls in seiner Oberfläche zu vermehren; diese drei Bleche würden sich dann in ihren Durchkreuzungspunkten in Winkeln von 60° schneiden. Es ist anzurathen das Zink-

blech erst nach geschehener richtiger Biegung zu amalgamiren, da es sonst leicht Brüche bekommt.

Die Grove'sche Kette gestattet uns die Anschauung der glänzenden enormen Wirkung, als ein Resultat von der Auflösung einer unbedeutenden Quantität Zink in einer Säure und der bei diesem Procefs in Freiheit gesetzten Elektricität. Möchte es doch gelingen, mit Hülfe noch anderer Combinationen nicht blofs einen Theil, wie hierbei, sondern die ganze Menge der abgeschiedenen Elektricität zur Erscheinung zu bringen und nutzbar zu machen, welchem Ziel wir wenigstens um einen kleinen Schritt näher gekommen zu seyn scheinen.

VI. *Ueber die Mittel, dem Strom der galvanischen Ketten mit Einer Flüssigkeit eine gröfsere Stärke und Beständigkeit zu verleihen; von J. C. Poggendorff.*

(Vorläufige Notiz aus den Berichten der K. Preufs. Academie.)

Unstreitig liegt das bedeutendste Hindernifs für die weitere Ausbildung der Theorie des Galvanismus in der grofsen Wandelbarkeit des Stroms der hydro-elektrischen Ketten, und diefs Hindernifs wird durch die in neuerer Zeit angewandten Combinationen mit zwei Flüssigkeiten nur zum Theil gehoben, da bei einer solchen Anordnung verschiedene interessante Punkte der Theorie sich nicht mehr untersuchen lassen. Diefs ist namentlich der Fall bei der Frage über die elektro-motorischen Kräfte verschiedener Metall-Combinationen in einer gleichen Flüssigkeit.

Der Verf., beschäftigt mit einer vergleichenden Untersuchung der Zink-Kupfer- und Zink-Eisen-Kette, sah sich aus diesem Grunde genöthigt, auf Mittel zu denken,

den so ungemein veränderlichen Strömen dieser Ketten eine gröfsere Beständigkeit zu geben. Im Laufe der deshalb angestellten Versuche machte er mehrfach die Erfahrung, dafs, unter anscheinend völlig gleichen Umständen, sowohl der anfängliche Werth der Stromstärke, als auch die späteren Veränderungen desselben sehr verschieden sind, und dafs namentlich die Abnahme der Stromstärke keineswegs in einem geraden Verhältnifs zu dieser Stärke steht, wie es doch scheint der Fall seyn zu müssen, wenn diese Abnahme hauptsächlich oder alleinig von einer Ablagerung materieller Theilchen auf die negative Platte der Kette herrührte. Sehr oft sah er z. B. einen ursprünglich starken Strom nur langsam abnehmen, während ein schwacher selbst die geringe Stärke, die er besafs, sehr rasch verlor.

Aus dieser Erfahrung schöpfte er die Hoffnung, dafs es, auch für Ketten mit Einer Flüssigkeit, Mittel zur längeren Bewahrung ihrer elektromotorischen Kraft geben müsse; und diese Hoffnung sah er denn auch nach vielen vergeblichen Versuchen (die nur die Schädlichkeit des Scheuerns der negativen Platte mit Sand und Säure als positives Resultat ergaben) in der That wenigstens zum Theil verwirklicht.

Für das Kupfer fand er solcher Mittel bisher vier auf, nämlich: 1) Erhitzen desselben an der Luft bis zum Verschwinden der anfangs erscheinenden Farben. 2) Eintauchen in Salpetersäure und sofortiges Abspülen in Wasser [1]). 3) Bekleiden mit einem Ueberzug von gefälltem, pulverförmigem Kupfer, wie man solchen, von braunrother Farbe mittelst der Daniell'schen Kette bekommt, sobald die Lösung des Kupfervitriols verdünnt ist und freie Säure enthält. 4) Bekleiden mit dem ähnlichen Ueberzug, der sich bildet, wenn man Kupferplatten, in Schwefelsäure von gewisser Verdünnung stehend, der Wirkung

1) Die Stärke des Stroms wird dadurch immer erhöht, seine Beständigkeit aber nur unter gewissen Umständen.

des hin- und hergehenden Stroms der Saxton'schen Maschine aussetzt.

Diese Mittel, richtig angewandt, geben dem Strom einer Kupferplatte, combinirt mit amalgamirtem Zink und verdünnter Schwefelsäure, nicht nur eine gröfsere Beständigkeit, sondern auch eine höhere Stärke als er in derselben Flüssigkeit mit einer Kupferplatte besitzt, die nicht einer dieser Operationen unterworfen ward; ja, was merkwürdig ist, bei allen nimmt die Stromstärke eine geraume Zeit zu (meistens eine halbe Stunde und länger), ehe sie ihr Maximum erreicht, auf welchem sie dann mehr oder weniger lang verweilt, und darauf sehr allmälig abnimmt, so dafs die Schwächung für die Praxis, oft nach mehren Stunden, von gar keiner Bedeutung ist, und immer so langsam erfolgt, um eine Messung der elektromotorischen Kraft und des Widerstands mit befriedigender Genauigkeit vornehmen zu können.

Es mufs jedoch bemerkt werden, dafs es bis jetzt dem Verfasser nicht geglückt ist, Platten, von übrigens gleicher Beschaffenheit, immer einen und denselben Grad von Wirksamkeit zu geben, und dafs eben so die höhere Beständigkeit, welche die Stromstärke auf diese Weise erlangt, nur so lange sich erhält, als man an der Kette nichts ändert. Sobald man den Widerstand beträchlich abändert, z. B. den Schliefsungsdraht bedeutend verlängert (versteht sich ohne dabei die Kette zu öffnen), findet sich, nachdem man zu dem früheren Widerstand zurückgegangen ist, die Stromstärke ganz in der Regel verändert, und zwar meistens geschwächt; ein Umstand, der sich bei Ketten mit zwei Flüssigkeiten, z. B. der Daniell'schen Kette, nicht zeigt.

Die angegebenen Mittel sind, zum Theil, auch auf das Eisen und andere als negative Elemente dienende Metalle anwendbar (wie denn der Verf. z. B. mit Gufseisen, combinirt mit amalgamirtem Zink und verdünnter Schwefelsäure, auf solche Weise einen Strom erhielt,

der nicht nur fast drei Mal so stark als der einer Zink-Kupferkette war, sondern über anderthalb Stunden lang eine fast vollkommene Constanz besafs), wovon der Verfasser künftig das Nähere mittheilen wird. Die Oberflächen-Beschaffenheit des Zinks oder überhaupt des positiven Metalls hat, wie es auch schon längst bekannt ist, nur einen weit untergeordneteren Einflufs auf die Stärke und Beständigkeit des Stroms.

VII. *Untersuchungen über die Wärme. Vierte Reihe. Ueber die Wirkung der mechanischen Textur der Schirme auf den unmittelbaren Durchgang der strahlenden Wärme; von James D. Forbes.*

(Schlufs von S. 110.)

---

30) *Metallgitter.* Wäre der blofse Mangel an Durchsichtigkeit die Ursache der eigenthümlichen Wirkung geritzter Flächen, so liefse sich erwarten, dafs jedes Gewebe aus opaken Fäden eben so wirken werde. Könnten wir uns des *Mediums* gänzlich entheben und einen *Schirm* anwenden, der dieselben Eigenschaften hätte, die wir künstlich der physischen Oberfläche des Mediums gaben, so würden wir offenbar in der Auslegung der Erscheinungen einen Schritt vorgerückt seyn. Die Wirkung von gefurchten Flächen und Gittern auf das Licht giebt eine so mächtige Analogie, dafs ich, bevor ich mir die im letzten Artikel beschriebenen mechanisch geritzten Flächen verschaffen konnte, feine Drahtgitter als Diffractionsschirme anwandte, in der Hoffnung, dadurch ähnliche Resultate zu erhalten, als ich voraus sah und späterhin erhielt, da ich feine Linien auf Steinsalz ziehen liefs.

31) Die Thatsache, dafs beim Licht die durch Gitter erzeugten Diffractions-Erscheinungen ganz unabhängig von der Natur dieser Gitter sind, es z. B. ganz gleichgültig ist, ob sie aus Drähten bestehen, oder blofs aus Linien, die in eine auf Glas gestrichene Seifenschicht gezogen worden, sprach zu Gunsten dieses Versuchs. Ich liefs nicht unbeachtet, dafs Diffractionsspectra erzeugt werden würden, nicht durch ein paralleles Lichtbündel, sondern durch ein Bild erzeugt, durch einen entfernten Lichtpunkt. Allein wiewohl der Grund oder das Feld, welches von, durch ein Gitter gegangenen Strahlen erleuchtet wird, offenbar eine gleichförmige Tinte haben mufs, so scheint doch die Voraussetzung nicht ungereimt, dafs diese Tinte verschieden sey vom Weifs. Es scheint auch nicht, dafs Mathematiker und Optiker auf diefs Problem verfallen seyen, bis es sich mir im Laufe dieser Untersuchung darbot.

32) Mit solchen Drahtgeweben, als ich mir ohne weiteres verschaffen konnte, liefs sich in Bezug auf Wärme aus verschiedenen Quellen keine eigenthümliche Wirkung erhalten, und überdiefs schien die von diesen Geweben aufgefangene Wärmemenge beinahe oder genau proportional zu seyn der Oberfläche des undurchsichtigen Theils derselben. Vermuthend, dafs vielleicht feinere Gewebe, als ich anwandte (60 Drähte auf den Zoll), die gewünschte Wirkung haben würden, verschaffte ich mir durch die Gefälligkeit des Sir John Robinson und Hrn. Leonor Fresnel die feinsten, welche in Paris angefertigt werden und bis etwa 160 Drähte auf den Zoll geben. Im Allgemeinen wurden meine früheren Resultate bestätigt, nämlich 1) dafs die Menge der aufgefangenen Wärme unabhängig von der Quelle ist, und 2) dafs sie sich zu der einfallenden Menge verhält, wie das Areal der Drähte zum Areal der Fläche. Ich mufs indefs bemerken, dafs eine Bestimmung dieses letzteren Verhältnisses mit äufserster Genauigkeit nicht so leicht ist, als es auf den er-

sten Blick erscheint. Wenn der *Draht* im Vergleich zu den *Maschen* fein ist, sind letztere sehr nahe rechteckig oder gleichseitig. Allein bei den meisten Drahtnetzen ist diefs nicht der Fall. Die eine Reihe von Drähten ist nahezu parallel und gerade, nicht aber die andere Reihe; diese ist gewöhnlich nicht unter rechten Winkeln in die erstere eingeflochten, und daher sind die Maschen etwas kleiner als sie nach der Berechnung aus der Zahl der Drähte auf den Zoll und dem Durchmesser derselben gefunden werden. Meinen eigenen Beobachtungen mifstrauend, übergab ich Hrn. John Adie drei Exemplare von Drahtnetzen, mit dem Ersuchen, die mittleren Durchmesser und Zwischenräume der Drähte zu bestimmen. Mit einem sehr genauen Mikrometer bestimmte derselbe vierzehn Werthe jeder dieser Gröfsen in beiden Richtungen. Aus diesen Datis läfst sich das Verhältnifs der Zwischenräume zur gesammten Fläche bei jedem Netze leicht berechnen. Folgendes sind die Resultate für drei Arten solcher Netze, deren Durchgänglichkeit für Wärme ich zuvor bestimmt hatte.

Mikrometrische Messung von Drahtnetzen. Maafs-Einheit. $=\frac{1}{52400}$ Zoll.

Drahtnetze.	Der Länge nach		Der Breite nach		Verhältnifs der Zwischenräume zur Fläche.
	Zwischenraum.	Draht.	Zwischenraum.	Draht.	
No. 1 (57 im Zoll)	534	371	562	384	0,3504
- 2 (92 - -)	375,6	179,4	402,6	179,6	0,4680
- 3 (129 - -)	200	159	284	168	0,3500

33) Die Zahlen der letzten Spalte (berechnet in der Voraussetzung, dafs die Zwischenräume geometrische Rechtecke seyen) sind nun zu vergleichen mit folgenden Ergebnissen der Beobachtung:

Von 100 einfallenden Wärmestrahlen gingen durch die Drahtnetze.

Drahtnetze.	Locatelli mit Glas.	Locatelli.	Dunkelheifses Messing.	Heifs Wasser.
No. 1 (57)	32,5	32	33,5	
- 2 (92)	46,0 [1]		44,7 [2]	
- 3 (129)	30,5		30	29,7

Die Unterschiede bei jedem Netze übersteigen vielleicht nicht die Beobachtungsfehler. Bei allen sind die Zahlen *kleiner* als sie nach den geometrischen Zwischenräumen seyn sollten, wahrscheinlich wegen Unregelmäfsigkeit in der Gestalt dieser Räume (auch wegen Applattung der Drähte an ihren Berührungspunkten, wodurch die Zwischenräume stumpfwinklich werden); diefs schliefse ich daraus, dafs No. 2, bei welchem die Drähte, verglichen mit den Zwischenräumen, feiner als bei den übrigen sind (die gesammten Zwischenräume sind verhältnifsmäfsig nur um $\frac{1}{3}$ gröfser), und welches ein weit regelmäfsigeres Netz als die übrigen bildet, der Betrag des Durchgangs nur sehr wenig von dem des geometrischen Netzes abweicht. Ich bekenne zugleich, dafs mir ein Unterschied von 5 Proc. bei No. 3, welcher offenbar nicht von einem Beobachtungsfehler herrührt, blofs durch diese Bemerkung erklärlich scheint.

34) *Fadengitter.* Mit Gittern aus feinen Baumwollenfäden von 0,01 Zoll Abstand, die zur Hervorbringung von Fraunhofer's Spectren dienten, erhielt ich ähnliche Resultate. Diese Fäden safsen parallel in zwei Rähmen, so dafs sie rechtwinklich über einander gelegt

1) Zwei solche Netze auf einander gelegt, so dafs die Drähte sich unter 45° kreuzten, gaben 20,7 Proc. Durchgang. Die Quadratwurzel hieraus oder die Wirkung jedes einzelnen Netzes ist 45,5, d. h. fast dieselbe wie in der Tafel.

2) Zwei auf einander gelegte Netze gaben 21,2 Procent, oder jedes *einzeln* 46.

werden konnten. So konnte ich entweder einen Schirm aus parallelen Fäden von 0,01 Zoll Abstand, oder, durch ihre Uebereinanderlage, einen Schirm von mathematisch genauen Quadraten bilden. Es ist indefs schwierig hiebei, den Durchmesser der Fäden genau genug zur Bestimmung der Zwischenräume zu erhalten.

Von 100 einfallenden Wärmestrahlen gingen durch Gitter aus Baumwollenfäden von 0,01 Abstand:

	Locatelli mit Glas.	Dunkle Wärme.
Einfaches Gitter	29,5	30,2
Doppeltes Gitter	9,0 [1])	8,3 [2])

Die Unterschiede sind hier unbedeutend, und haben entgegengesetzte Richtungen. Die Resultate in der letzten Spalte sind von einzelnen Versuchen (28. Nov. 1839).

35) *Wirkung von Pulvern.* In der Meinung (12), die Wirkung berufster Flächen rühre von einer mechanischen Wirkung opaker, über einen durchsichtigen Körper ausgebreiteter Pünktchen her, gerieth ich fast zu Anfange dieser Untersuchung darauf, die Wirkung künstlich auf eine solche Fläche gesiebter Pulver zu untersuchen. Ein Ingredienz zur Anhaftung eines solchen Pulvers an die Fläche würde, indem es seine eigene Diathermansie mit eingeführt hätte, den Versuch unrein gemacht haben. Ich schlofs daher die Pulver zwischen zwei polirte Steinsalzplatten ein, die ich an den Rändern mit Wachs verklebte. Der vorläufige Versuch (27) zum Nachweise, dafs die Salzflächen, in dem Zustand, in welchem ich sie gewöhnlich anwandte, keinen wahrnehmbaren Einflufs auf die Qualität der durchgelassenen Wärme ausüben, war ein sehr wichtiger für die Schlüsse, die ich

1) Entsprechend 30,0 Proc. der Wirkung jedes einzelnen.

2) Entsprechend 28,8 der Wirkung jedes einzelnen.

zu ziehen beabsichtigte. Er war, wie schon angegeben, völlig befriedigend.

36) Die ersten Versuche mit Pulvern machte ich (6. Dec. 1839) mit Kalk und Alaun fein aufgestreut zwischen Steinsalzplatten. Ich wählte den Kalk wegen seiner völligen Undurchsichtigkeit und unkrystallinischen Beschaffenheit, und den Alaun deshalb, weil er Wärme von niedriger Temperatur so vollständig auffängt, dafs ich schlofs, wenn sein Einflufs als *mechanischer Abänderer der Oberfläche* vorwalte, er von Wärme aus *niederer* Temperatur eben so viel oder mehr als von der aus *hoher* durchlassen sollte, der *mechanische* Einflufs als fein gepulverte Substanz deutlich festgestellt seyn würde.

37) Das Resultat, zu welchem ich gelangte und welches ganz meiner vorgefafsten Ansicht entsprach, kann zeigen, wie vorsichtig man seyn mufs, wenn aus wenigen, scheinbar noch so entscheidenden Datis Schlüsse gezogen werden sollen. Die mit Kalk bestreuten Flächen liefsen von Wärme aus niederer Temperatur *mehr* durch als von der aus hoher (nämlich 34,5 Proc. dunkler Wärme und nur 30,5 Proc. Locatellischer Wärme, nach deren Durchgang durch eine dicke Glaslinse), während das mit Alaun bestreute Steinsalz ganz gleichgültig gegen die Natur der einfallenden Wärme zu seyn schien [1]) (nur 17 Proc. von beiden durchliefs, zum Beweise, dafs das Pulver in bedeutender Menge da war). Ich schlofs hieraus, scheinbar mit Recht, dafs der Kalk keine *specifische* Wirkung ausübe, oder, als (höchst wahrscheinlich) opak oder *atherman*, in Pulverform nur mechanisch wirkend, die Wärme von niederer Temperatur in Ueberschufs durchlasse, während bei dem Alaun die *specifische* Wirkung gänzlich durch die *mechanische* Wirkung des

1) Und doch läfst eine Alaunplatte von gewisser Dicke nicht weniger als 27 Proc. von der einen Wärme, und *keine merkliche* Menge von der andern durch (Melloni).

Pulvers aufgewogen werde. Unter andern in gegenwärtiger Abhandlung detaillirten Thatsachen habe ich diese in einem, der K. Edinburger Gesellschaft am 16. Dec. 1839 [1]) übergebenen Memorandum einfach aufgeführt, und einige Tage hernach in nur wenig anderer Form Hrn. Arago mitgetheilt (s. *Compt. rend. de l'acad. des Sciences*, 6. *Jan.* 1840). Am 28. Dec. erhielt ich ein ähnliches Resultat mit Holzkohlenpulver (dessen Verwandtschaft mit Rufs auf seine Anwendung führte), und dennoch scheint es nicht, dafs der allgemeine Schlufs, den ich beabsichtigte, gänzlich verbürgt sey.

38) Bekanntlich übersah Newton die Verschiedenheit des Licht-Dispersionsvermögens der Körper deshalb, weil er zwei Körper verglich, bei welchen zufällig die Dispersion proportional war der mittleren Brechung. Eine ähnliche Uebereilung im Verallgemeinern würde auch hier zu einem Irrthum geführt haben, hätte nicht eine gleichzeitige Untersuchung mich veranlafst, die Frage über die Pulver wieder aufzunehmen. Während ich auf die Ankunft eines Drahtnetzes aus Paris wartete, verfiel ich darauf, die Wirkung von Metallen in äufserst fein zertheiltem Zustande zu prüfen. Es schien jedoch zuerst wünschenswerth zu untersuchen, ob die Metalle wirklich so unfähig seyen, Wärme durchzulassen, als es gewöhnlich angenommen wird.

39) Zu dem Ende spannte ich ein Stück des dünnsten Blattgolds über ein Diaphragma von Pappe aus, und liefs ein intensives Bündel paralleler Wärmestrahlen von Locatelli's Lampe direct auf die Säule fallen. Dazwischen ward ein Glasschirm aufgestellt, von dem ich aus Erfahrung wufste, dafs er 43 Proc. von dieser Wärmeart auffing. Bei Dazwischensetzung des Glases wich die Galvanometernadel 31°,2 ab. Der entsprechende directe Werth würde gewesen seyn $=31°,2\times\frac{100}{43}=72°$. Als

1) Siehe die Anmerkung, S. 88 dieses Bandes.

das Glas entfernt und statt seiner das Goldblatt angebracht wurde, war, bei abwechselndem Einschieben und Fortnehmen des Messingschirms, nicht die geringste Bewegung an der Nadel sichtbar; hätte sie nur $\frac{1}{10}$ eines Grades betragen, d. h. hätte das Goldblatt nur $\frac{1}{1400}$ der einfallenden Wärme durchgelassen, so würde, glaube ich, die Wirkung sichtbar gewesen seyn. Und dennoch war diefs Blattgold so dünn, dafs die Umrisse einer Landschaft deutlich, mit der gewöhnlichen blaugrünen Farbe, durch dasselbe gesehen werden konnten. Ein überzeugenderer Beweis, dafs Leitung keinen merklichen Antheil an diesen Versuchen hatte, kann sicher nicht gewünscht werden, da eine Schicht von vielleicht nicht mehr als $\frac{1}{300000}$ Zoll Dicke des besten Wärmeleiters keine wahrnehmbare Wirkung gab. Ich hielt es der Mühe werth, den Versuch mit dunkler Wärme zu wiederholen; der Erfolg war aber derselbe. Die Analogie der Wirkung von aufgeblättertem Glimmer mit der Reflexion an Metallen, liefs mich vermuthen, dafs, wenn eine Wärmeart von Metallblättern durchgelassen werde, es die von niederer Temperatur seyn würde.

40) Die Undurchdringlichkeit des Blattgolds (der dünnsten zusammenhängenden Metallschicht, die man darstellen kann) für Wärme überzeugte mich von der Wichtigkeit, die Metalle in einem Zustande zu erhalten, um meine Versuche mit dem Pulver anderer Substanzen zu verificiren. Als die Hoffnung schwand, Drahtnetze zu erhalten von solcher Feinheit — nicht des Gewebes, was vergleichungsweise unwesentlich war, — sondern des Drahts, dafs sie wetteifern könnten mit den auf Steinsalz gezogenen Diamantstrichen, die unter dem Mikroskop unregelmäfsige Furchen von wahrscheinlich nahe $\frac{1}{2000}$ mittlerer Breite bildeten, — griff ich wieder zu dem Project, Metalle in *Pulverform* anzuwenden. Aus den Versuchen mit matten und geritzten Flächen war einleuchtend, dafs die *Unregelmäfsigkeit* dieser Striche gar *nichts* zu thun habe mit dem Phänomen, Strahlen von

hoher Brechbarkeit aufzufangen und andere durchzulassen. Nichts kann unregelmäſsiger seyn als Ritzen von Sandpapier, und doch brachten sie die Wirkung hervor, und zwar desto stärker, je rauher und dichter gefurcht die Oberfläche wurde. Das Steinsalz kommt sogar natürlich angelaufen vor, wobei keine lineare Anordnung der betroffenen Punkte vorhanden seyn kann. Es schien mir daher, daſs eine mit Metallpulver bedeckte Fläche die *Gränze* eines Gewebes darstelle, wobei die Zwischenräume keine regelmäſsige Form zu haben brauchten.

41) Die nächste Schwierigkeit bestand darin, sehr feine Pulver unzweifelhaft metallisch zu bekommen, worauf ich viel Gewicht legte, da es sehr denkbar war, daſs Metallsulfurete und andere Substanzen, die für die unter den Namen Gold-, Silber- und Kupferbronze bekannten angeblichen Metallpulver angewandt werden, eigenthümliche Diathermansien haben, und dadurch den Versuch unrein machen möchten. Zuletzt gelang es mir, Silber durch Fällung, und Kupfer mittelst Daniell's Batterie zu erhalten; auch verschaffte ich mir mit einiger Schwierigkeit aus einer groſsen Manufactur Münz-Silber und Münz-Gold, das durch mechanisches Zerreiben in ein vollkommen unfühlbares und schön metallisches Pulver verwandelt worden war. Diese theueren Präparate sind nun ganz verdrängt durch die vortreffliche falsche Bronze, welche jetzt in Gebrauch ist. Diese, nebst vollkommen unfühlbarem Pulver von metallischer Kupferbronze, aus derselben Quelle herstammend, und ein viel gröberes Zinnpulver, wie es Apotheker gebrauchen, bildeten das Material zu einer sehr sorgfältigen Reihe von Versuchen, die mich sehr lange beschäftigten und sehr mannigfach abgeändert wurden (1840 Jan. 28.).

42) Folgende Tafel enthält die Resultate meiner Versuche mit Metallpulvern, die, mit Ausnahme des Zinns, als vollkommen unfühlbar betrachtet werden können, am trocknen Finger haften und *unzweifelhaft metallisch* sind.

Procente der von Metallpulvern durchgelassenen Wärme verschiedenen Ursprungs.

Pulver [1]).	Locatelli's Lampe.			Dunkel heifses. Messing.	Heifses Wasser
	Glas eingeschaltet	unmittelbar.	Berufstes Steinsalz eingeschalt.		
Gold No. 1 (*A*)	58		50,5		
- No. 2	7,4 [4])			4,1 [4])	
Silber No. 1 [2])	25,3	24,2		21,8	
- - No. 2 (*A*)					
Erste Reihe	27,7		18,5		
Zweite Reihe [3])	29,5		22,1		25
Kupfer No. 1					
Erste Reihe	14,8		16,0		
Zweite Reihe	17,4			18,7	17
Kupfer No. 2	5,6 [4])			4,05 [4])	
Zinn [2])	27,0	26,0		25,5	

43) Diese Beobachtungen sind, ich bekenne, sehr unvollkommen; doch bin ich überzeugt, dafs die scheinbaren Anomalien nicht Beobachtungsfehler sind, wie sogleich andere Beispiele zeigen werden. Um die Qualität von dick bestreuten Flächen, die nur wenige Procente Wärme durchlassen, zu bestimmen, war es wünschenswerth ein intensives Wärmebündel anzuwenden. Um jedoch den Vergleich innerhalb des Umfangs der Galvanometergrade zu halten, deren Zahlenwerthe früher (zweite Reihe § 7 bis 8) bestimmt worden, wurden die in vorstehender Tafel mit [4]) bezeichneten Beobachtungen folgendermafsen angestellt. Die *unmittelbare* Wirkung der

1) Die mit *A* bezeichneten Pulver hafteten an einer einzigen Steinsalzplatte, die übrigen befanden sich zwischen zwei solchen Platten.

2) Die Resultate das Mittel sehr vieler Messungen.

3) Es wurde dieselbe Platte gebraucht, doch anders gestellt gegen die Säule, so dafs jede Reihe für sich steht.

4) Siehe den folgenden Paragraph.

einfallenden Wärme auf die Säule wurde nie beobachtet, sondern immer derjenige Theil von ihr, der durch das Drahtnetz No. 3 des §. 33 ging; diefs liefs von jeder Wärmeart fast genau 30 Procent durch. Die unmittelbare Wirkung wurde auf $\frac{100}{30}$ der diesem Durchgange entsprechenden Ablenkung angeschlagen, dann das Drahtnetz entfernt, das zu untersuchende Medium eingeschaltet und die Wirkung mit der berechneten unmittelbaren Wirkung verglichen. So z. B. war bei dem Kupferpulver No. 2 die Wirkung der Locatellischen Lampenwärme, nach dem Durchgang durch eine dicke Glasplatte und nachherige Schwächung durch ein Drahtnetz

	$=22^{\circ},57$
Unmittelbare Wirkung $=22^{\circ},57\times\frac{10}{3}$	75 ,2
Drahtnetz entfernt, und Kupfer eingeschaltet	4 ,15
Verhältnifs zur directen Wirkung	5,52 : 100.

Auf diese Weise liefsen sich die Procente mit sehr scharfer Genauigkeit erhalten. Ein anderer Versuch gab in demselben Fall 5,60 : 100.

44) Die Tafel in §. 41 beweist meiner Ueberzeugung nach: 1) dafs gepülvertes Gold, Silber und Zinn keineswegs die Eigenschaft besitzen, die ich geneigt war, allgemein den opaken Pulvern beizulegen, sondern wirklich Wärme von hoher Temperatur reichlicher als die von niederer durchlassen; 2) dafs beim Kupfer zwei Reihen ein Resultat, und die dritte das entgegengesetzte geben. Dennoch waren diese alle mit grofser Sorgfalt angestellt, und sie enthalten innere Beweise von ihrer Richtigkeit. Ich bin überzeugt, dafs die Unterschiede nicht von Beobachtungsfehlern herrühren. Ich habe andere Fälle beobachtet, wo eine vermehrte Dicke des auffangenden Mediums und eine erhöhte Intensität der einfallenden Wärme verschiedene Resultate in Bezug auf Durchgänglichkeit geben, was jedoch keineswegs paradox ist, da eine intensive Wärme in merklicher Menge durch eine *beinahe opake Substanz* gehen, und dadurch einen

neuen Charakter erlangen kann, welchen ein schwächeres Wärmebündel im Durchgang durch ein weniger hemmendes Medium nicht erhalten würde. Jedenfalls kann ich für jetzt keine andere Erklärung geben. Dafs das Kupfer einen besonderen Charakter, verschieden von dem der übrigen untersuchten Metalle, besitzt, davon bin ich vollkommen überzeugt.

45) Der Beweis, den diese Versuche mit Metallpulvern von der Unzulässigkeit der Erklärung der Wirkung des Rufses aus dessen *blofser Pulverform* gaben, nöthigte mich, andere Körper in einem ähnlichen Zustand zu untersuchen.

46) Ich wiederholte die Versuche mit den schon erwähnten Pulvern noch sorgfältiger, machte eine grofse Anzahl neuer mit Substanzen von so verschiedener Natur wie möglich, und wandte einige dieser Substanzen in verschiedenen Exemplaren und zu verschiedenen Zeiten, als mehr oder weniger dick gestreutes Pulver, an.

47) Ein Umstand schien auf meinen früheren Schlufs, wo er am unwiderleglichsten schien, doch einen Zweifel zu werfen. Ich hatte gefolgert, dafs wenn der Alaun, in Pulver, alle Wärmearten gleichmäfsig auffange, die *mechanische Wirkung* des Pulvers der *specifischen* des Alauns (36) entgegengearbeitet und sie zerstört haben müsse, wurde jedoch allmälig zu der Annahme geführt, *dafs die meisten diathermanen Körper, in Pulverform, fast gleich opak seyen*, oder, wie ich vielleicht eher hätte sagen sollen, gleich indifferent gegen die *Natur* der einfallenden Wärme (d. h. farblos in der Optik).

48) So weit das Auge das Verhältnifs der Widerstände bei verschiedenartigen, auf Flächen gestreuten Pulvern beurtheilen konnte, schien in deren Durchscheinenheit für Wärme kein merklicher Unterschied vorhanden zu seyn. Eine mit Alaun oder Citronensäure bestreute Fläche schien fast eben so viel durchzulassen als eine mit gepulvertem Steinsalz bestreute. Diefs konnte nicht

blofs von der *geringen Dicke* der Substanz herrühren, da diese bekanntlich bei der Wärme, wie beim Licht, eine Annäherung zur Farblosigkeit herbeiführt; denn der vom Pulver aufgefangene Bruchtheil der einfallenden Wärme war immer ein beträchtlicher (gewöhnlich $\frac{3}{4}$ bis $\frac{9}{10}$). Die Trübheit ist also das Ergebnifs unzählbarer Reflexionen und Interferenzen, welche die durchgelassene Wärme *zerstreuen* und *vernichten* (*stifle*), und zwar in fast gleichem Grade, von welcher Natur die Substanz auch seyn mag. Diefs allgemeine Resultat kann also bei Nachdenken nicht auffallend erscheinen. Zur Erläuterung dieses will ich besonders einen Versuch anführen.

49) Als ich in Verlegenheit war, mir feine Metallfasern zu verschaffen, versuchte ich ein unregelmäfsig mit feinen Fäden von gesponnenem Glase bedecktes Diaphragma anzuwenden, in der Absicht (ganz wie bei dem Alaunpulver) zu ermitteln, wie der mechanische Zustand die Eigenschaften des Glases hinsichtlich seines Wärmedurchgangs abändern würde. Als Locatellische Lampenwärme, nach dem Durchgang durch eine *dicke Glasplatte*, auf die ein unregelmäfsig netzförmiges Diaphragma bildenden Glasfasern fiel, wurden nicht mehr als 47,6 Procent von der einfallenden Wärme durchgelassen. Nun wissen wir mit Bestimmtheit aus den Versuchen von De la Roche und Melloni, dafs, nach dem Durchgang durch eine solche Dicke von Tafelglas, eine fernere Schicht, die Dicke der angewandten Glasfasern, dem weiteren Durchgang der Wärme kein *merkliches Hindernifs* in den Weg legt, ausgenommen die Reflexionen an der Oberfläche. Der Verlust von 52,5 Proc. Wärme rührte also her von dem *Zerstreuen* und *Vernichten* der Wärme durch Reflexion an den Oberflächen der Fasern, von Refraction durch deren Cylinderflächen und von Interferenz. Wir dürfen uns also nicht wundern, wenn der gebrochene und die Säule erreichende Theil der Wärme (der *einzige*, der durch die Natur des Mediums

wesentlich ergriffen wird) die vom Galvanometer angegebene Quantität der verschiedenen Wärmearten nicht merklich ändert. Demgemäfs finden wir, dafs Wärme von einer durch die Weingeistlampe erhitzten dunkeln Messingfläche, unter denselben Umständen, zu 44 Procent durchgeht, und selbst die von heifsem Wasser zu 42 Procent, obschon eine geringere Glasdicke beinahe opak ist für diese Wärmeart.

50) Ist diefs der Fall — sind die Unterschiede so bedeutend — bei einem Netzwerk von regelmäfsig geformten, durchsichtigen und polirten Glasfäden, so mufs es noch mehr gelten von unfühlbaren, krystallinischen oder anderen Pulvern, die (ohne Zweifel) kleine Flächen unter jedem Winkel und kleine Risse in jeder Richtung darbieten.

51) Die folgende Tafel enthält die Resultate sehr zahlreicher und zum Theil unter verschiedenartigen Umständen wiederholter Versuche mit Pulvern mannichfaltiger Art. Die Untersuchung ist, wie bei den Metallpulvern, sicher unvollkommen; allein da der einfache Grundsatz, den ich erst rücksichtlich der Diathermanität opaker Pulver festzustellen suchte, nicht allgemein gültig zu seyn scheint, so brach ich diese mühsame Versuchsreihe ab, nachdem einige allgemeine Thatsachen gewonnen worden, die ich jetzt vorlegen will, ohne zu behaupten, einen Gegenstand erschöpft zu haben, welchen wir unzweifelhaft nach und nach näher kennen lernen werden, welcher aber gegenwärtig zur Verfolgung in seine isolirte Details eine sehr geraume Zeit erfordern würde. Diese Pulver wurden sämmtlich, aufgestreut, zwischen polirte Steinsalzplatten eingeschlossen, die an den Rändern verklebt und auf Diaphragmen von Karten befestigt worden, so geordnet, dafs die Wärme in jedem Fall durch dieselben Stellen der Oberflächen gehen mufste.

Durch-

Durchgang der Wärme verschiedenen Ursprungs durch nicht-metallische Pulver [1]), in Procenten.

	Locatelli's Lampe.			
	Durch Glas.	Durch berufstes Steinsalz.	Dunkel heifses Messing.	Heifses Wasser.
Alaun No. 1	17,0		17,1	
- No. 2	15,2 [3])		13,0 [3])	
Citronensäure No. 1	29	30	33,0 [4])	31,5
- - No. 2	12,9 [3])		8,7 [3])	
Steinsalz No. 1	12,8 [3]) ; 13,4	11,8	11,3	
- No. 2	31,5 [5])		29,2 [5])	
Schwefel	50,0		44,7	
Mennige	30,2		34,0	
Bleiglanz	26,3	22,4		
Holzkohle *A*	5 [6])		9 [6])	
Holzkohle *A*				
No. 1. Reihe I [2])	11,4	13,9		
No. 2. Reihe II [2])	15,1		16,0	17,0
No. 2	3,2 [3])		3,5 [3])	
Kalk No. 1	30,5		34,5	
- No. 2	15,5 [3]) ; 15,6	18,4	17,9	
- No. 3	27,5		32,0	
Kohlens. Magnesia	8,3	12,6		

1) Unter *nicht metallisch* ist gemeint: nicht im Zustand von *reinem* oder ungebundenem Metall.

2) Die Umstände bei diesen beiden Reihen waren ungleich, so dafs die eine nicht direct mit der anderen vergleichbar ist. Jede ist aber vollkommen gut.

3) Die so bezeichneten Beobachtungen sind mit einem kräftigen Wärmebündel angestellt, auf die in §. 42 beschriebene Weise.

4) Nicht direct vergleichbar mit den beiden andern Beobachtungen in derselben Zeile, wahrscheinlich 3 oder 4 Procent zu hoch.

5) Ungemein gute Beobachtungen.

6) Die Intensitäten sehr schwach.

51) Zur vorstehenden Tafel bemerke ich: 1) dafs die gepülverten krystallinischen Körper; wie Steinsalz, Alaun, Citronensäure und Schwefel, keine entschiedene, von ihrer Pulverform abhängige Neigung zum vorwaltenden Durchlafs der Wärme von niedriger Temperatur darbieten. Der sorgfältig wiederholte Versuch mit Steinsalz ist, in diesem Punkt, sehr entscheidend, da die Gleichgültigkeit des Steinsalzes, als Substanz, gegen die Natur der durchzulassenden Wärme, die von dem mechanischen Zustand herrührende Wirkung, wenn sie da wäre, sogleich sichtbar machen würde. Es scheint in diesem Zustand die Wärme von niederer Temperatur sogar *weniger* leicht durchzulassen als die von hoher; 2) Bleiglanz, d. h. krystallisirtes Schwefelblei, im gepülverten Zustand, scheint die Eigenschaften von Gold, Silber und Zinn (43) zu besitzen: 3) Mennige, Holzkohle, Kalk und Magnesia, alles Substanzen von opaker, *erdiger* Beschaffenheit, scheinen sicher vorwaltend *dunkle Wärme* durchzulassen. Ich halte es für wahrscheinlich, dafs diese Liste auf die meisten Körper von ähnlicher mechanischer Beschaffenheit ausgedehnt werden könne.

52) Diese Unterscheidungen lassen, das weifs ich wohl, die *Ursache* des Unterschiedes im Charakter der Pulver und der Eigenthümlichkeiten von angelaufenen Flächen fast in der früheren Dunkelheit. Vor Allem scheint es mir sonderbar, dafs eine mit gepülvertem Steinsalz bestreute Fläche keine Aehnlichkeit, sondern vielmehr die entgegengesetzte Eigenschaft, mit einer mechanisch gefurchten von gleichem Material besitzt [1]). Das Entgegengesetzte in der Wirkung der Metallpulver und der opaken Erden ist eben so sonderbar als unerwartet. Wie schon gesagt, zweifle ich indefs, ob *für jetzt* eine vollständige Untersuchung der Eigenthümlichkeiten specifischer Substanzen die Mühe der erforderlichen Arbeit

1) Um diefs recht deutlich zu machen, brauchte und verglich ich zwei solche Platten zu demselben Versuch.

belohnen würde. Ich habe Versuche mit einigen faserigen Substanzen gemacht, z. B. mit Papier und Membran, welche, glaube ich, sehr wahrscheinlich als angelaufene Flächen wirken. Eine Annäherung dazu zeigt, wie man sehen wird, das gewöhnliche Cambric-Papier. In dem zu Paris unter dem Namen *papier végétal* verfertigten Papier zum Durchzeichnen befindet sich offenbar, zur Hervorbringung der Durchsichtigkeit, eine fremde Substanz, welche den Wärmedurchgang abändert. Ein dichtes Gewebe von Baumwollenfäden übt, wie schon gezeigt, keine specifische Wirkung aus (34). Die folgende Tafel enthält einige in der vorhergehenden nicht aufgeführten Resultate, die bei verschiedenen Substanzen die in diesem Aufsatz betrachtete Eigenschaft der *Wärmefarbe* erläutern.

Procente der von verschiedenen Körpern durchgelassenen Wärme.

	Wärmequelle.		
	Locatellis Lampe mit Glas.	Dunkel heifses Messing.	Heifses Wasser.
Goldschlägerhaut	60	28	
Cambric-Papier	8,6	10,5	
Papier végétal	36	28	
Gesponnen Glas	47,5	44	42
Steinsalz berufst	30,2	58	67
- rauh gemacht	49	73	76
- polirt und gefurcht [1])	49,5	73	77

53) Die Hauptthatsachen in diesem Aufsatze sind:

54) I. Die (dem *Rothen* gleiche) Eigenthümlichkeit von Rufsschichten, Wärme von niederer Temperatur durchzulassen, findet sich auch: 1) beim blofsen Holzkohlenpulver, 2) bei andern (wenigstens einigen) matten erdigen Pulvern, 3) bei einfach *matten* oder unpolirten

1) 200×200 *Quadrate auf den Zoll.*

Flächen, 4) bei unregelmäfsig, z. B. mit Sand- oder Schmirgel-Papier geritzten Flächen, 5) bei polirten, mit feinen Furchen versehenen Flächen, 6) bei durchsichtigem Glimmer, nach mechanischer Aufblätterung, während er, als zusammenhängendes Medium, entgegengesetzte Eigenschaften besitzt.

55) II. Folgende Media scheinen gegen die Art der durchgehenden Wärme *gleichgültig* zu seyn: 1) dünnstes Blattgold, als undurchdringlich für jede; 2) Metallnetze, die jede Wärmeart genau im Verhältnifs zur Flächengröfse ihrer Zwischenräume durchlassen; 3) Fadennetze; 4) die meisten krystallisirten Körper, in Pulverform; sie *nähern* sich der Opacität für Wärme.

56) III. Folgende Körper, aufser den schon bekannten, lassen Wärme von hoher Temperatur (*violettähnliche Wärme*) am meisten durch: 1) mehre reine Metallpulver; 2) Steinsalz, gepulvert, und viele andere Pulver; 3) thierische Membran.

57) IV. Wärme von niederer Temperatur wird an unvollkommen polirten Flächen am regelmäfsigsten reflectirt, und, wie wir gesehen haben, auch am regelmäfsigsten durchgelassen. Diese Thatsachen sind für die Theorie der Wärme von grofser Wichtigkeit, und wahrscheinlich werden sie rücksichtlich des Lichts und besonders der Absorptions-Erscheinungen auf Untersuchungen von nicht geringem Interesse führen.

58) Schon im §. 24 wurde auf die Analogie der eben erwähnten Thatsache mit der, dafs rothes Licht leichter als violettes von matten Flächen reflectirt wird, hingewiesen; diese Thatsache bestätigt die Zulässigkeit der Wellenlehre bei der Wärme, und die Meinung, dafs die wärmezeugenden Wellen desto länger sind, als die Temperatur der Quelle niedriger ist. Die Durchgangs Erscheinungen sind dunkler; sie lassen sich vergleichen entweder mit der Diffraction oder der Absorption beim Licht.

59) Die Wirkung der auf polirten Flächen gezogenen Linien, wie sie zu manchen Diffractions-Versuchen,

gebraucht werden, führt zu der Frage (31), ob die mittlere Farbe des Lichts beim Durchgang durch Gitter nothwendig unverändert bleibe? Diese Frage scheint noch Keinem, dem ich sie vorlegte, eingefallen zu seyn; und obwohl es sehr wahrscheinlich ist, dafs keine Veränderung stattfinden werde, so scheinen doch die Gründe für eine solche Meinung a priori nicht ganz feststehend. Prof. Kelland, glaube ich, ist der Erste, dem es gelang, den Ausdruck für die Beleuchtung eines Schirms, der hinter irgend einem von ebenen Wellen getroffenen Gitter steht, zu integriren [1]); er sagte mir, dafs allemal, wenn die Breite der Zwischenräume irgend ein Multiplum von der Breite der Drähte oder opakem Räume sey, die Intensität dieselbe sey, wie wenn daselbst ein Diaphragma vorhanden wäre, so grofs wie die Summe der Zwischenräume des Gitters.

60) Diefs Resultat (welches für unseren Zweck hinlänglich allgemein zu seyn scheint) wird in sofern bestätigt, als die Metallgitter für die Qualität der einfallenden Wärme durchaus *indifferent* sind.

61) Es bleibt indefs zu erklären, wie gefurchte Flächen wirken können, anders als durch Auffangung eines Theils der Wärme, wie es ein opakes Netzwerk thun würde. Ich weifs keine ganz befriedigende Erklärung zu geben; allein der Umstand, dafs der durch Erwärmung in dünne Blätter zerfällte Glimmer eben so wirkt, kann uns vielleicht zu etwas der wahren Ursache Aehnliches führen.

62) Eine Anzahl dünner Platten, von *genau gleicher Dicke*, würde eine gewisse Farbe durchlassen und die complementare reflectiren. Sind nun Platten von nahe einer gewissen Dicke sehr vorwaltend, und ist das Mifsverhältnifs in der Länge der einfallenden Wellen sehr grofs, so wird ein grofser Antheil in gleicher Weise durchgelassen und der Rest vernichtet oder reflectirt.

1) Airy's *Mathematical Tracts*, *p*. 328.

Wenn dieser Vorgang bei mechanisch in Blätter zerfällten Körpern nicht so häufig bemerkt worden, als man es vermuthen könnte, so entspringt diefs aus dem geringen Umfang der Wellenlänge in den sichtbaren Theilen des Spectrums. Eine geringe Abänderung in der Dicke des Blättchens läfst folgweise jede Farbe des Spectrums durch oder vernichtet sie durch Interferenz. Sind die Wärmewellen (wie ich schon vermuthete) weit heterogener als die Lichtwellen, so würden solche Effecte verhältnifsmäfsig mehr hervortreten.

63) Vermuthlich besteht eine gefurchte Fläche aus einer Anzahl polirter Flächenstücke, die von der allgemeinen Fläche, unter kleinen Neigungen gegen die einfallenden Strahlen, theilweis abgerissen sind; und es läfst sich voraussetzen, dafs diese Strahlen, nach der Trennung durch partielle Reflexion und Refraction, sich mit ungleichen Verzögerungen wieder vereinigen, dadurch *erst* auf die kürzeren Wellen zerstörend einwirken und die übrigen bestehen lassen. Ich habe schon auf die Thatsache aufmerksam gemacht, dafs die meisten der trüben Flüssigkeiten hauptsächlich die längeren Lichtwellen durchlassen. Ich halte diefs indefs nur für vage Muthmafsungen über einen sehr dunkeln Gegenstand. Ich glaube, dafs Versuche über die Farbe solcher Mittel wie die angewandten, und besonders matter Flächen, nicht ohne Werth bei Erläuterungen der Absorptions-Erscheinungen in der Optik seyn würden.

---

64) Zum Schlufs könnte man vielleicht erwarten, dafs ich einige Rücksicht nähme auf die Versuche und Raisonnements, von denen Hr. Melloni einen Bericht an Hrn. Arago gesandt (*Compt. rend.* vom 30. März, *T. X p.* 537 und 826) in zwei, vom 4. und 14. März datirten Briefen. Diese Briefe sind veranlafst durch die Ankündigung meiner Versuche in demselben Werk (vom

6. Jan.). Der vorstehende Aufsatz, *lediglich* begründet auf Versuche, die vor der Ausfertigung von Hrn. Melloni's erster Mittheilung unternommen und vollendet wurden, wird, glaube ich, hinlänglich auf alle die Fragen antworten, die er in seinen Briefen an Hrn. Arago aufgeworfen hat, wenigstens so weit sie meine Versuche betreffen.

VIII. *Untersuchung des Allanit, Orthit, Cerin und Gadolinit; von Theodor Scheerer.*

Kurzer geschichtlicher Ueberblick.

Ehe ich meine Untersuchungen über die genannten Mineralien mittheile, will ich in Kürze der hauptsächlichsten Arbeiten gedenken, die früher über dieselben bekannt gemacht worden sind. Besonders werde ich alle bisher mit diesen Mineralkörpern unternommenen Analysen anführen, damit sie später mit den Resultaten meiner analytischen Untersuchungen verglichen werden können.

Der *Allanit* wurde zuerst von Giesecke in Grönland aufgefunden. Bekanntlich wurde das Schiff, mit welchem er seine auf Grönland gesammelten Mineralien nach Kopenhagen schickte, unterweges von einem englischen Kaper genommen, und dessen Ladung zu Leith in Schottland verkauft. Allan brachte diese Mineralien an sich, und erkannte an dem darunter befindlichen Kryolith, dafs sie aus Grönland seyen. Aufserdem fand er ein Mineral unter ihnen, welches er nach den äufseren Kennzeichen für eine Gadolinitart hielt [1]). Er schickte eine Quantität davon an Thomson, um es auf seine

1) *Transactions of the royal society of Edinburg, Vol. VI Part. I;* und *Journal des mines, Vol. XXX, p.* 281.

chemischen Bestandtheile näher zu untersuchen. Thomson[1]) fand es zusammengesetzt aus:

Kieselerde	35,4
Thonerde	4,1
Eisenoxyd	25,4
Ceroxyd	33,9
Kalkerde	9,2
Flüchtige Theile	4,0
	112,0.

Aufserdem gab er noch einen Gehalt von 7,2 Proc. eines neuen Metalloxyds an, welches er Junoniumoxyd nannte. Spätere Untersuchungen haben jedoch diese Angaben nicht bestätigt. Allan zu Ehren nannte Thomson diefs Mineral Allanit. Was die Krystallform desselben betrifft, so ist sie, nach ihm, ein rhombisches Prisma von 117°. Allan hatte früher einen Winkel von 120° angegeben. Haidinger[2]) beschreibt einen grofsen, aber aufgewachsenen Krystall des Allanits als zum 1- und 1gliedrigen Krystallsystem gehörig, und giebt die Winkel, unter denen sich die senkrechten Prismenflächen schneiden, zu 129°, 115° und 116° an, welche beiden letzteren Winkel der Abstumpfung der scharfen Seitenkante angehören. Das specifische Gewicht des Minerals fand Thomson sehr verschieden, von 3,119 bis 4,001. v. Leonhard[3]) giebt die spec. Schwere, nach einer Wägung von Kopp, zu 3,495 an. Die unvollkommene Kenntnifs von der chemischen Zusammensetzung dieses Minerals, welche man etwa im Jahre 1808 durch Thomson erhielt, blieb lange Zeit hindurch die einzige, bis endlich 1834 Stromeyer[4]) das Mineral einer neuen

1) *Transact. of the royal society of Edinburgh, Vol. VI Part. II.*

2) Ebendaselbst, 1825.

3) Leonhard und Selb's, mineralogische Studien, I.

4) Poggendorff's Annalen, Bd. XXXII S. 288..

chemischen Untersuchung unterwarf. Drei sehr wohl übereinstimmende Analysen gaben im Mittel folgendes Resultat:

Kieselerde	33,02
Thonerde	15,22
Eisenoxydul	15,10
Ceroxydul	21,60
Manganoxydul	0,40
Kalk	11,08
Wasser	3,00
	99,42.

Aufserdem hat Wollaston früher ein Mineral aus Mysore analysirt, welches Manche zum Allanit zählen. Ich werde jedoch später zeigen, dafs es mit mehr Recht seinen Platz beim Cerin einnimmt.

Der *Cerin* wurde zuerst im Jahre 1811 von Hisinger [1]) beschrieben, der ihn auf der Bastnäs-Grube bei Riddarhyttan fand, woselbst er meist in dem ihm verwandten Cerit eingewachsen vorkommt. Das spec. Gewicht giebt Hisinger zu 3,77 bis 3,80 an, und die Zerlegung ergab:

Kieselerde	30,17
Thonerde	11,31
Eisenoxyd	20,72
Ceroxydul	28,19
Kalkerde	9,12
Kupferoxyd (zufällig)	0,87
Flüchtige Theile	0,40
	100,78.

Seit dieser Zeit ist keine zweite analytische Untersuchung mit diesem Minerale vorgenommen worden. Hinsichtlich der krystallographischen Kenntnifs hat Hr. Prof.

1) *Kongl. Vetenskaps Acad. Handl. År* 1811; und *Journal de physique etc., Vol. LXXV p.* 239.

G. Rose vor einigen Jahren eine Notiz darüber mitgetheilt. Er fand das Krystallsystem des Cerins 1- und 1axig. Ich will hier seine eigenen Worte anführen: »Es sind geschobene vierseitige Prismen von 128°, die an den scharfen und stumpfen Seitenkanten gerade abgestumpft sind (also vier Combinationskanten von 154° und vier von 116° haben) und an den Enden, aufser andern Flächen, mit zwei Zuschärfungen von 110° und 70° begränzt sind, die auf die Abstumpfungen der scharfen Seitenkanten gerade aufgesetzt sind.« Hr. Prof. G. Rose vermuthet daher mit vielem Grund, dafs die Krystallformen des Allanits und Cerins dieselben seyen, indem sie sich mit Haidinger's ungefähren Messungen des Allanits sehr gut in Uebereinstimmung bringen lassen.

Hier will ich auch die Zusammensetzung des schon vorbin beim Allanit erwähnten Minerals von Mysore anführen, welches durch Wollaston [2]) analysirt worden ist. Derselbe fand darin:

Kieselerde	34,0
Thonerde	9,0
Eisenoxyd	32,0
Ceroxydul	19,8
	94,8.

Der *Orthit* wurde von Berzelius [3]) etwa im Jahre 1815, zugleich mit vielen andern höchst interessanten Mineralien, in der berühmten Fundstätte von Finbo entdeckt. Derselbe fand sich hier in eigenthümlichen, strahlenförmigen Massen, welche von dem die Lagerstätte umgebenden Gneis ausgingen. Sein spec. Gewicht war 3,288 und seine Zusammensetzung:

1) Elemente der Krystallographie, von G. Rose, 1. Aufl. S. 165.

2) v. Leonhard's Handbuch der Oryktognosie, S. 482.

3) *Afhandl. i Fysik*, Bd. V S. 39.

Kieselerde	36,25
Thonerde	14,00
Eisenoxydul	11,42
Ceroxydul	17,39
Yttererde	3,80
Manganoxydul	1,36
Kalkerde	4,89
Wasser	8,70
	97,81.

Später fand **Berzelius** [1]) dieses Mineral auch in einem Granitgange, nicht weit von Finbo, dem sogenannten »Gottliebsgange.« Zwei Analysen ergaben folgende Zusammensetzung des Orthits:

Kieselerde	32,00	32,18
Thonerde	14,80	14,81
Eisenoxydul	12,44	12,38
Ceroxydul	19,44	20,51
Yttererde	3,44	2,87
Manganoxydul	3,40	3,36
Kalkerde	7,84	7,96
Wasser	5,36	5,36
	98,72	99,43.

Längere Zeit nachher hat **Wöhler** [2]) den Orthit auch im Granite, in der Nähe von Stockholm, auf Skepsholmen, gefunden. Durch eine Analyse überzeugte er sich, daſs er gleich dem vom Gottliebsgange zusammengesetzt sey. Doch giebt **Wöhler** zugleich an, daſs der von ihm gefundene Orthit durchaus nicht jene Strahlenform zeige, die man anfänglich charakteristisch für den Orthit hielt, sondern in rundlichen Körnern von mehr oder weniger bedeutender Gröſse vorkomme.

1) *Afhandl. i Fysik*, Bd. V S. 42.

2) Zeitschrift für Mineral. von K. C. v. Leonhard, Bd. I S. 246.

Die neusten Analysen über Orthit sind von Berlin [1]) angestellt worden. Es war diefs eine zu Ytterby vorkommende Varietät, welche er folgendermafsen zusammengesetzt fand:

Kieselerde	36,24	33,60
Thonerde	8,18	12,58
Yttererde	29,81	20,83
Ceroxydul	4,98	4,56
Eisenoxydul	9,06	13,48
Kalkerde	5,48	9,59
Talkerde	0,61	1,60
Wasser	4,59	3,34
	98,95	99,58.

Aufserdem giebt Berlin noch einen Gehalt von 0,61 und 0,62 Kali und Natron an, der aber wohl von beigemengter Gebirgsart herrühren dürfte. Berzelius glaubt, dafs diese beiden Abarten nur mit Gadolinit gemengter Orthit seyen; ich werde jedoch später zeigen, dafs hierüber auch eine andere Ansicht mit Wahrscheinlichkeit aufgestellt werden kann.

Der *Gadolinit* wurde von Arrhenius zu Ytterby entdeckt. Geyer [2]) machte hierüber im Jahre 1788 eine kurze Mittheilung, in welcher er die äufsern Kennzeichen dieses Fossils beschrieb. Der erste, welcher dasselbe analysirte, war Gadolin [3]). Er fand darin:

Kieselerde	31
Thonerde	19
Eisenoxyd	12
Yttererde	38
	100

1) Berzelius Jahresbericht, Jahrgang 17, S. 221.

2) v. Crell's Annalen der Chemie, Bd. I S. 329.

3) *Vetenskaps Acad. Handl.* 1794, Th. II S. 137.

wobei er zugleich die Eigenthümlichkeit der Yttererde, als einer neuen Erdart, aussprach.

Darauf war es Ekeberg [1]), welcher den Gadolinit von Ytterby einer analytischen Untersuchung unterwarf, und dabei folgendes Resultat erhielt:

Kieselerde	25
Thonerde	4½
Eisenoxyd	18
Yttererde	47½
	100.

Diefs Resultat weicht bedeutend von dem vorigen ab; jedoch ist auf letzteres das meiste Gewicht zu legen, da es mit sehr reinen Stücken angestellt wurde. Die vollständigste Untersuchung dieses Minerals in älterer Zeit hat Klaproth [2]) unternommen. Er setzte es zugleich durch seine Versuche aufser Zweifel, dafs die Yttererde wirklich eine eigenthümliche Erde sey, da man bisher ihre Selbstständigkeit, besonders wegen ihrer grofsen Aehnlichkeit mit der Beryllerde, stark angefochten hatte. Das Resultat seiner quantitativen Untersuchung stimmt jedoch nur wenig mit dem von Ekeberg überein:

Kieselerde	21,25
Thonerde	0,50
Eisenoxyd (schwarzes)	17,50
Yttererde	59,75
Wasser	0,50
	99,50.

Diese drei angeführten Analysen haben wohl nur noch ein historisches Interesse, aber sie sind keineswegs geeignet, um einen genauen Schlufs auf die chemische Constitution dieses Minerals zu machen. Das Ceroxydul ist

1) *Vetensk. Acad. Handl.*, År 1797, S. 156, und 1802 S. 76.

2) Klaproth's Beiträge u. s. w. Bd. III S. 52.

in allen dreien übersehen und nicht von der Yttererde getrennt worden, was auch nicht wohl geschehen konnte, da die Eigenschaften desselben zu dieser Zeit nur erst sehr unvollkommen bekannt waren.

Berzelius [1]) verdanken wir die erste genaue und vollständige Kenntnifs dieses seltenen Mineralkörpers. Er untersuchte davon drei Varietäten, von Brodbo, Finbo und Kårarfvet, deren chemische Zusammensetzung ich hier anführen will:

	Von Finbo.	Von Brodbo.
Kieselerde	25,80	24,16
Yttererde	45,00	45,93
Ceroxydul	16,69	16,90
Eisenoxydul	10,26	11,34
Wasser	0,60	0,60
	98,35	98,93.

	Von Kårarfvet.	
Kieselerde	29,20	29,18
Beryllerde	1,70	2,00
Yttererde	47,62	47,30
Eisenoxydul	8,30	8,00
Ceroxydul	3,40	3,40
Kalkerde	3,47	3,15
Manganoxydul	1,42	1,30
Wasser	5,20	5,20
	100,31	99,53.

Der Gadolinit von Kårarfvet ist also dadurch vor den übrigen auszeichnet, dafs Beryllerde in ihm auftritt, die nachher öfter in den Gadoliniten von verschiedenen Fundorten angegeben worden ist. So fanden sie Thomson und Steele [2]) in einer Gadolinitart von unbekanntem Fundorte:

1) Berzelius, *Afhandl. i Fysik etc.* Bd. IV S. 148 und 389.

2) *Records of Science*, Juni 1835.

Kieselerde	24,33
Beryllerde	11,60
Yttererde	45,00
Ceroxydul	4,33
Eisenoxydul	13,59
Wasser	0,90
	99,75.

Demnächst hat A. Connell [1]) einen Gadolinit von hlun untersucht, und giebt seine Zusammensetzung folidermafsen an:

Kieselerde	27,10
Beryllerde	5,90
Yttererde	36,54
Ceroxydul	14,31
Eisenoxydul	14,41
Kalkerde	0,45
	98,71.

Da die Yttererde so viele Eigenschaften mit der Belerde gemein hat, und so leicht mit dieser verwecht werden kann, so bezweifelte Berzelius, dafs es : einem so grofsen Gehalt an Beryllerde, wie ihn die den letzten angeführten Analysen angeben, seine Richkeit habe. Berlin [2]) hat deshalb den Gadolinit von erby mit besonderer Rücksicht auf die Beryllerde unsucht. Ich gebe hier die Resultate seiner Analysen:

Kieselerde	25,62	25,26
Thonerde	0,48	0,28
Yttererde	50,00	45,53
Ceroxydul	7,90	6,08
Eisenoxydul	14,44	20,28
Kalkerde	1,30	0,50
Talkerde	0,54	0,11
Kali und Natron	0,37	0,41
	100,65	98,45.

Edinburgh New Philosophical Journal, Vol. XX p. 300.
Berzelius, *Jahresbericht*, Jahrgang 17, S. 221.

Der Gadolinit von Ytterby hält also hiernach keine Beryllerde. Die Abweichung beider Analysen, namentlich im Yttererdegehalt, liegt vielleicht nur in der Isomorphie einiger Bestandtheile.

Trotz der verschiedenen Untersuchungen über die vier hier in Rede stehenden Mineralien ist man bis jetzt dennoch zu keiner genauen Kenntnifs ihrer chemischen Constitution gekommen. Einige Mineralogen rechnen den Cerin zum Allanit, andere den Allanit zum Orthit. Kurz, dafs alle drei Fossilien verwandt seyen, darüber ist man einig; allein durch ihre Zusammensetzung wird diese Verwandtschaft bis jetzt noch nicht genügend dargethan. Beim Gadolinit ist das Auftreten der Beryllerde ein Räthsel, welches verhindert für dessen Zusammensetzung eine Formel zu bilden. In dem Folgenden werde ich nun darthun, in wiefern meine Arbeiten zur genaueren Kenntnifs dieser Mineralien beigetragen haben.

Aeufsere Charakteristik der untersuchten Mineralien.

Die von mir untersuchten Mineralien sind, mit Ausnahme von einem (des Cerins von der Bastnäs-Grube bei Riddarhyttan), von bisher unbekannt gewesenen Fundorten, und ich glaube daher schuldig zu seyn, aufser den Resultaten meiner Analysen, auch die äufseren Kennzeichen derselben anzugeben, damit zwischen ihnen und den ähnlichen Mineralien bekannter Fundstätten auch in dieser Hinsicht Vergleiche angestellt werden können. Ich werde hierbei diese Mineralien sogleich unter denjenigen Namen aufführen, zu welchem mich die weiter hinten angeführten Resultate meiner Analysen berechtigt haben.

I. Orthit von Fillefjeld.

Fundort. Eine genauere Bezeichnung des Ortes, wo diefs Mineral angetroffen wird, als die Angabe eines grössen Gebirgrückens, bin ich leider nicht im Stande zu geben. Ein reines Stück dieses Minerals, von einigen Kubikzollen Inhalt, befindet sich auf der Mineraliensammlung der Universität zu Christiania, jedoch ist über dasselbe weiter nichts bekannt, als dafs es von Fille-Fjeld sey.

Farbe. Pechschwarz.

Farbe des Pulvers. Grau.

Aeufsere Gestalt. Massig, ohne Spuren von Krystallinität.

Glanz. Glasglanz, sich zum Fettglanze neigend.

Bruch. Unvollkommen muschlig.

Durchsichtigkeit. Nur in den feinsten Splittern schwachgrau durchscheinend.

Härte. Sehr nahe der des Feldspaths.

Zusammenhang der Theile. Spröde.

Specifisches Gewicht. 3,63 bis 3,65.

Verhalten vor dem Löthrohre. Unter schwachem Blasenwerfen zur schwarzen, glasigen Kugel schmelzend. Mit den Flüssen einen Gehalt von Kieselerde und Eisen zeigend.

Vorkommen. An dem erwähnten Stücke befindet sich keine Gebirgsart, welche einen Schlufs auf das Vorkommen dieses Minerals erlaubte.

II. Allanit von Jotun-Fjeld.

Fundort. Dieses Mineral kommt in einer der grofsartigsten Gebirgsgegenden Norwegens vor. Es findet sich an den Ufern des Bygdin-Vand (Bygdin-Wasser), eines Sees, welchen man erst in der neusten Zeit geographisch vermessen und auf Karten verzeichnet hat, obgleich er über 4 Meilen lang und an einzelnen Stellen über eine

halbe Meile breit ist. Der Bygdin-See liegt etwa 3500 Fufs über der Meeresfläche, zwischen Jotun-Fjeld und Net-Fjeld, an der östlichen Seite des grofsen Gebirgskammes, der sich von Dovre-Fjeld nach Süden zieht. Eine grofse Anzahl Gebirgswässer stürzen sich von den umliegenden, bis zu 7000 Fufs ansteigenden Schneegebirgen und Gletschern in den See, und unter diesen ist es der westlichste, auf der Nordseite des Sees, Mjelka-Elf (Milch-Flufs), an dessen Mündung in den Bygdin-See sich der Allanit findet. Der Flufs führt deswegen seinen Namen, weil eine grofse Menge von hinter einander folgenden Wasserfällen sein Wasser fast in Schaum verwandeln, und ihm daher in der Ferne das Ansehn eines weifsen Streifens verleihen. Hr. Prof. Keilhau entdeckte diefs Mineral hier vor etwa 20 Jahren, als er bei der Vermessung des Sees zugegen war, und brachte einige Probestücke davon mit. Das Interessante der Gegend und des Vorkommens desselben veranlafsten mich eine Reise dahin zu unternehmen.

Farbe. Pechschwarz.

Farbe des Pulvers. Hell grünlichgrau.

Aeufsere Gestalt. In rundlichen und länglich rundlichen Körnern einsitzend. Ohne Krystallinität.

Glanz. Glasartig, in's Fettige.

Bruch. Unvollkommen muschlig.

Durchsichtigkeit. Nur in den feinsten Splittern hell grünlichgrau durchscheinend.

Härte. Anscheinend ein wenig härter als Feldspath.

Zusammenhang der Theile. Spröde.

Specifisches Gewicht. 3,53 bis 3,54.

Verhalten vor dem Löthrohr. Gleich dem vorigen.

Vorkommen. In einem porphyrartigen Gestein, welches das Bette des Mjelka-Elf bildet, setzen gangartige Adern auf (die ich jedoch nicht für wirkliche Gänge in Anspruch nehme) [1]), welche fast rechtwinklich die Rich-

1) Ich halte sie von ähnlicher Natur, wie jene Mineralausscheidung zu

tung des Flusses durchschneiden. Dieselben bestehen aus einer dichten, zuweilen feinkörnigen Grundmasse, von weifslicher Farbe mit fleischrothen Streifen durchzogen. Ich hielt sie anfangs für dichten Feldspath. Da aber die Auflösung des durch Schmelzen mit kohlensaurem Natron aufgeschlossenen Minerals keine Kalireaction zeigte, so ist es wahrscheinlich, dafs sie aus dichtem Albit besteht. In einer dieser Adern, welche man durch ihre hellere Farbe schon in der Entfernung vom Nebengesteine unterscheidet, kommt nun der Allanit eingesprengt vor. Er bildet hier verschiedenartig gestaltete Körner, welche zuweilen reihenförmig, mehr oder weniger jenen fleischrothen Streifen folgend, angeordnet sind, und gleichsam hierdurch eine Neigung zur Strahlenbildung zeigen, ähnlich der des Orthits vom Gottliebs-Gang. Die Gröfse der Körner ist verschieden, doch fand ich keins viel über Hasselnufsgröfse. Sie sind zuweilen von ganz feinkörnigem Magneteisenstein umgeben, der überhaupt viele der kleineren Körner so innig durchdringt, dafs man ihn nur durch Pulvern des Minerals und Ausziehen mit dem Magnete von demselben trennen kann. Aufser dem Allanit finden sich noch kleine, höchstens linienlange Krystalle sparsam eingesprengt, welche, den äufsern Kenzeichen zufolge, Zirkone sind. Der Ort der Verbreitung des Allanits, im Verhältnifs zur Länge jener gangartigen Ader, ist nur von geringem Umfange. Ich löste durch einen einzigen, gut angebrachten Schufs fast die ganze Gesteinsmasse ab, in der er eingesprengt war. Es ist aber höchst wahrscheinlich, dafs wenn man den Mjelka-Elf bis zu seiner Quelle verfolgte, oder in den umliegenden Gebirgen suchte, man noch mehr Fundorte desselben antreffen würde. Leider wurde ich durch anhaltendes Regenwetter verhindert in dieser unwirthbaren Einöde, fast

Fossum, welche ich im 49. Bande von Poggendorff's Annalen beschrieben habe.

10 Meilen von der nächsten menschlichen Wohnung entfernt, längere Untersuchungen anzustellen.

III. Allanit von Snarum.

Fundort. Ich fand dieses Mineral etwa eine Viertelmeile von dem bekannten Fundorte des Rutils und Apatits auf Snarum entfernt. Es scheint sich nur in sehr geringer Menge zu finden.

Farbe. Pechschwarz, in's Bräunliche ziehend.

Farbe des Pulvers. Grau.

Aeufsere Gestalt. In eckigen Körnern, welche durch die sie begränzenden Albitkrystalle ihre Form erhalten, und ihnen zuweilen einen Anschein von Krystallinität geben, wenn jene Krystalle ausgebrochen sind.

Glanz. Matter Fettglanz, nur wenig glasartig.

Bruch. Uneben in's Körnige.

Durchsichtigkeit. Völlig undurchsichtig.

Härte. Wenig von der des Feldspaths verschieden.

Zusammenhang der Theile. Bröcklich.

Specifisches Gewicht. 3,79.

Verhalten vor dem Löthrohr. Zur schwarzen glasigen Perle schmelzbar. Mit den Flüssen auf Kieselerde und Eisen reagirend.

Vorkommen. In einer Ausscheidung von krystallisirtem Albit, zugleich mit Krystallen von Quarz, grüner Hornblende und Apatit. Die Apatitkrystalle sind von ziemlich bedeutender Gröfse, zuweilen über 1 Zoll lang und breit, und sind durch die stark ausgebildeten hexagonalen Pyramidenflächen ausgezeichnet.

IV. Cerin von Riddarhyttan.

Zur Vergleichung will ich die meist schon bekannten Eigenschaften dieses Minerals hier anführen.

Farbe. Bräunlich schwarz.

Farbe des Pulvers. Graubraun, ziemlich dunkel.

Aeufsere Gestalt. Krystallinische Massen und Kry-
ılle; letztere besonders in Kupferkies eingewachsen.

Glanz. Matter Fettglanz.

Bruch. Uneben körnig, in's Muschlige.

Durchsichtigkeit. Selbst in den feinsten Splittern
cht durchscheinend.

Härte. Der des Feldspaths nahe.

Zusammenhang der Theile. Weniger bröcklich als
r Allanit von Snarum.

Specifisches Gewicht. Nach Hisinger 3,77 bis 3,80.

Verhalten vor dem Löthrohr. Unter Kochen zur
ıwarzen, glasigen Kugel schmelzend, und mit den Flüs-
n auf Eisen und Kieselerde reagirend.

Vorkommen. Meist im Cerit eingewachsen, mit
ornblende und Kupferkies.

V. Gadolinit von Hitterön.

Fundort. Hr. Prof. Keilhau fand diefs Mineral
f Hitterön, einer Insel bei Flekkefjord, im südlichen
orwegen. Es ist diefs derselbe Ort, welcher den Mi-
ralogen schon als einzige Fundstätte der phosphorsau-
n Yttererde bekannt ist. Auch Orthit soll sich hier
ıden. Es bietet also diese Insel eine sehr reiche Quelle
tererdehaltiger Fossilien dar.

Farbe. Pechschwarz.

Farbe des Pulvers. Grüngrau.

Aeufsere Gestalt. Das Stück, welches sich auf der
ıiversitätssammlung zu Christiania befindet, ist völlig
diegen, ohne fremde Beimengungen. Es mag etwa ei-
ge Pfunde wiegen, und möchte wohl das gröfste bis-
r gefundene Exemplar dieser Art seyn. Spuren von
ystallinität sind nicht daran zu bemerken.

Glanz. Glasglanz, etwas fettartig.

Bruch. Muschlig.

Durchsichtigkeit. In Splittern grüngrau durchschei-
nd.

Härte. **Etwas härter als Feldspath.**

Zusammenhang der Theile. **Spröde.**

Specifisches Gewicht. **4,35.**

Verhalten vor dem Löthrohr. **Unschmelzbar**; Kieselerde- und Eisengehalt zeigend.

Vorkommen. An dem erwähnten **Stück befindet** sich kein Nebengestein. **Es ist jedoch wahrscheinlich**, dafs dieser Gadolinit, gleich **der phosphorsauren Yttererde**, in Granit eingewachsen vorkommt.

(Schlufs im nächsten Heft.)

IX. *Verbesserung des Marsh'schen Apparats; von den HH. Käppelin und Kampmann in Colmar.*

Ein gerades, 0,01 Mm. weites Rohr geht in eine zweihalsige Flasche, die Zink enthält; aus dem zweiten Halse führt eine gebogene Röhre in ein Rohr mit Chlorcalcium, und an diesem sitzt eine dritte, 0,005 Mm. weite Röhre, die am Ende ausgezogen, und durch die beiden Löcher eines steigbügelförmigen Kupferblatts gesteckt ist. Dadurch kann man diese Röhre auf eine Länge von etwa 5 Centm. mittelst der Weingeistlampe erhitzen. Beim Gebrauch schüttet man erst verdünnte Salzsäure durch die gerade Röhre hinein, und erhitzt, wenn alle Luft ausgetrieben worden, die enge Röhre zum Glühen. Durch Anzünden des ausströmenden Gases ermittelt man, ob die angewandten Reagenzien arsenikfrei seyen. Hierauf schüttet man in die Flasche: 1) abermals verdünnte Salzsäure, 2) die auf Arsenik verdächtige Flüssigkeit, 3) Salzsäure, 4) die erwähnte Flüssigkeit, und so fort. Wie wenig Arsenik auch vorhanden seyn mag, so sammelt es sich doch in dem Theil der 0^m,005 weiten Röhre, der nicht erhitzt worden, und zugleich kann man durch Entzünden des ausströmenden Gases und Vorhalten einer Porcellanplatte ermitteln, ob alles Arsenikwasserstoff zersetzt worden. (*Compt. rend. T. XI p.* 926.)

X. *Ueber das Arsenikwasserstoffgas; von Heinrich Rose.*

Es ist bekannt, dafs das Arsenikwasserstoffgas von allen metallischen Auflösungen besonders leicht durch eine Auflösung von Quecksilberchlorid zersetzt wird, und dafs man sich deshalb derselben bedient, sowohl um jede Spur von Arsenikwasserstoffgas zu zerstören, als auch um die Gegenwart dieses Gases anzuzeigen.

Die Zusammensetzung dieses Niederschlags ist indessen ganz unbekannt, und die Eigenschaften, welche man demselben zuschreibt, gewöhnlich unrichtig angegeben worden. Soubeiran thut seiner in der Arbeit über Arsenikwasserstoffgas fast gar nicht Erwähnung [1]), und Stromeyer scheint der einzige gewesen zu seyn, welcher ihn untersucht hat. Nach ihm bildet das Arsenikwasserstoffgas mit einer Quecksilberchloridauflösung arsenichte Säure und Quecksilberchlorür, und endlich ein Amalgam von Quecksilber und Arsenik.

Das Arsenikwasserstoffgas, welches ich zu meinen Versuchen gebrauchte, entwickelte ich aus einer gewöhnlichen Entbindungsflasche in der Kälte vermittelst metallischen Zinks, arsenichter Säure und verdünnter Chlorwasserstoffsäure. Ehe das Gas in eine Auflösung von Quecksilberchlorid geleitet wurde, mufste es durch eine mit Chlorcalcium angefüllte Röhre strömen. Da eine Auflösung von Quecksilberchlorid durch reines Wasserstoffgas nicht verändert wird, so konnte die Beimengung dieses Gases keinen Einflufs auf die Zusammensetzung des Niederschlags ausüben.

In der Quecksilberchloridauflösung entsteht durch hineingeleitetes Arsenikwasserstoffgas ein gelber Nieder-

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XIX S. 191.

schlag, der einen Stich in's Bräunliche hat, und sich dadurch von der Fällung unterscheidet, welche durch Einwirkung von Phosphorwasserstoffgas auf Quecksilberchloridauflösungen entsteht. Nach dem Filtriren, Aussüfsen mit kaltem Wasser und schnellen Trocknen im luftleeren Raume über Schwefelsäure sieht der Niederschlag braungelb aus.

Wird bei der Erzeugung des Niederschlages nicht die ganze Menge des Quecksilberchlorids zersetzt, sondern leitet man weniger Arsenikwasserstoffgas in die Auflösung desselben, als zur vollständigen Zersetzung nothwendig ist, so schützt der Ueberschufs des aufgelösten Salzes den Niederschlag sehr gegen die Zersetzung vermittelst des Wassers. Findet indessen der entgegengesetzte Fall statt, hat man alles Quecksilber aus der Auflösung durch ein Uebermaafs von Arsenikwasserstoffgas gefällt, hat man besonders eine verdünnte Auflösung angewandt, so wird der entstandene Niederschlag leichter zersetzt. Durch Aufbewahrung unter vielem Wasser in einer verschlossenen Flasche, nachdem er ausgesüfst worden ist, wird er schwarz, und besteht endlich aus blofsen Quecksilberkügelchen. Die über diesen stehende Flüssigkeit giebt mit salpetersaurer Silberoxydauflösung einen Niederschlag von Chlorsilber, und nach Abscheidung desselben und Sättigung mit Ammoniak eine gelbe Fällung von arsenichtsaurem Silberoxyd. Werden zu der Flüssigkeit einige Tropfen Chlorwasserstoffsäure hinzugefügt, so entsteht durch Schwefelwasserstoffwasser sogleich eine gelbe Fällung von Schwefelarsenik.

Der Niederschlag zersetzt sich also durch eine lange dauernde Einwirkung von vielem Wasser in Quecksilber, in arsenichte Säure und in Chlorwasserstoffsäure.

Diese Zersetzung ist vollkommen ähnlich der, welche durch Wasser in dem Niederschlag bewirkt wird, der in Quecksilberchloridauflösungen durch Phosphorwasserstoffgas erzeugt wird. Dieser zerfällt dadurch in

Quecksilber; in phosphorichte Säure und in Chlorwasserstoffsäure [1]). Es geschieht jedoch diese Zersetzung schneller, als es bei der durch Arsenikwasserstoffgas gebildeten Fällung der Fall ist.

Die durch Wasser bewirkte ähnliche Zersetzung beider Niederschläge setzt auch eine Aehnlichkeit in der Zusammensetzung voraus; eine Vermuthung, welche sich durch eine quantitative Analyse bestätigte.

1,225 Grm. des Niederschlages wurden mit verdünnter Salpetersäure bei sehr gelinder Erwärmung behandelt; sie wurden dadurch in 1,069 Grm. Quecksilberchlorür verwandelt, das bei einer quantitativen Untersuchung sich vollkommen so zusammengesetzt zeigte, wie es der Berechnung nach besteht. Die verdünnte Salpetersäure verhält sich also gegen diesen Niederschlag wie gegen den durch Phosphorwasserstoffgas in Quecksilberchloridauflösung erzeugten. — Durch die Einwirkung der Salpetersäure auf Quecksilberchlorür, obgleich jene im verdünnten Zustand angewandt wurde, war eine kleine Menge von Quecksilberchlorid entstanden, die vom Quecksilberchlorür getrennte Flüssigkeit gab daher eine geringe Fällung von Chlorsilber vermittelst einer salpetersauren Silberoxydauflösung; sie betrug 0,022 Grm., welche 0,036 Grm. Quecksilberchlorür entsprechen. Die ganze Menge des aus dem Niederschlage erzeugten Quecksilberchlorürs würde daher 1,105 Grm. betragen haben. Diese entsprechen 76,80 Proc. Quecksilber und 13,43 Proc. Chlor in der Verbindung.

Es ergiebt sich aus diesen Angaben, dafs der Niederschlag aus Quecksilberchlorid und einem Arsenikquecksilber besteht, welches dem Arsenikwasserstoff entsprechend zusammengesetzt ist ($2As + 3Hg$). Eine nach der Formel $As^2Hg^3 + Hg^3Cl^3$ berechnete Zusammensetzung enthält im Hundert:

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XXXX S. 80.

Quecksilber	77,00
Chlor	13,47
Arsenik	9,53
	100,00.

Der durch Arsenikwasserstoffgas in Quecksilberchloridauflösungen erzeugte Niederschlag unterscheidet sich in seiner Zusammensetzung von dem durch Phosphorwasserstoffgas darin bewirkten wesentlich dadurch, dafs jener wasserfrei ist, dieser aber 3 Atome Wasser enthält. Diefs ist der Grund, warum beide Niederschläge sich bei erhöhter Temperatur ganz verschieden verhalten. Der aus Phosphor- und Chlorquecksilber bestehende enthält so viel Wasser, dafs dadurch die ganze Menge des Chlors in Chlorwasserstoff, das bei der Erhitzung gasförmig entweicht, und der Phosphorgehalt in phosphorichte Säure, welche durch die erhöhte Temperatur in Phosphorsäure sich zersetzt, verwandelt wird.

Die durch Arsenikwasserstoffgas in Quecksilberchloridauflösung gebildete Fällung giebt hingegen durch's Erhitzen nichts Gasförmiges, wohl aber sublimirt sie vollständig, wobei sie in Quecksilberchlorür und in metallisches Arsenik zersetzt wird. Es sublimirt dabei eine kleine Menge einer gelbröthlichen Substanz, welche aus Quecksilber, Chlor und Arsenik besteht und vielleicht unzersetzte Substanz seyn kann. Bisweilen zeigt sich im Sublimat eine geringe Menge von metallischem Quecksilber.

Durch die Zusammensetzung des Niederschlages, welcher in Quecksilberchloridauflösungen durch Arsenikwasserstoffgas entsteht, so wie durch das Verhalten desselben gegen Wasser und verdünnte Salpetersäure, wird die Zusammensetzung jenes Gases, wie sie von Dumas und Soubeiran angegeben ist, vollkommen bestätigt.

Ich habe viele Versuche mit dem Niederschlage angestellt, welcher durch *Antimonwasserstoffgas* in Quecksilberchloridauflösungen hervorgebracht wird. Dieser hat

eine andere Zusammensetzung, als der, welcher durch Phosphor- und Arsenikwasserstoffgas in jener Auflösung sich erzeugt, woraus man auf eine Zusammensetzung des Antimonwasserstoffgases schliefsen kann, welche von der des Phosphor- und Arsenikwasserstoffgases abweicht. Ich werde später meine Versuche hierüber bekannt machen.

XI. *Untersuchungen über das Brechvermögen einiger Flüssigkeiten; von HH E. Becquerel und A. Cahours.*

(*Compt. rend. T. VI p.* 867.)

Die Resultate, welche wir gegenwärtig die Ehre haben der Academie vorzulegen, sind nur der Anfang einer sehr ausgedehnten Arbeit, die wir über das Refractions- und Dispersionsvermögen von Flüssigkeiten unternommen haben. Da die bisher bestimmten Brechverhältnisse meistentheils nur für Körper von nicht genau ermittelter Zusammensetzung gelten, so haben wir geglaubt, diese Aufgabe wieder vornehmen zu müssen, und zwar bei solchen Körpern, deren Zusammensetzung durch die Chemiker wohl festgestellt ist. Wir haben uns eine grofse Zahl von Flüssigkeiten verschafft, deren einige wohl bestimmte Reihen bilden; wir geben heute von diesen Flüssigkeiten die mittleren Brechverhältnisse, die, mit Genauigkeit bestimmt, vielleicht zu einigen Relationen über die Zusammensetzung dieser Körper führen werden.

Dr. Brewster, der eine sehr grofse Zahl von Brechverhältnissen, jedoch häufig von unreinen Körpern, bestimmt hat, bediente sich eines sehr bequemen Verfahrens, das wir mit einigen sogleich anzugebenden Abänderungen befolgt haben.

Das Verfahren des Hrn. Brewster besteht darin,

dafs unter das Objectiv eines Mikroskops, und dasselbe berührend, eine recht ebene Glasplatte gelegt, und hierauf zwischen beide ein Tropfen der auf ihr Brechverhältnifs zu untersuchenden Flüssigkeit gebracht wird. Es bildet sich dann unter dem Objectiv eine plan-concave Linse der Flüssigkeit, welche bewirkt, dafs man die Stelle eines Körpers, dessen Bild immer an demselben Punkt erscheinen soll, verändern mufs. Bezeichnet man dann mit n und n' die Brechverhältnisse zweier Flüssigkeiten für den Uebergang des Lichts aus Luft in diese Körper, mit D, d, d' die Abstände, vom Objectiv an gerechnet, in welche man ein Object versetzen mufs, damit es unter dem Mikroskop gesehen werde, wenn zwischen dem Objectiv und der Platte folgweise Luft und eine der beiden Flüssigkeiten befindlich ist, so hat man die leicht zu findende Formel:

$$\frac{n-1}{n'-1}=\frac{\frac{1}{D}-\frac{1}{d}}{\frac{1}{D}-\frac{1}{d'}}=\frac{1-\frac{D}{d}}{1-\frac{D}{d'}}.$$

Man kann auf diese Weise nur das Brechverhältnifs einer Flüssigkeit in Bezug auf das einer anderen finden.

Wir haben diefs Verfahren so abgeändert, dafs wir, statt der Abstände D, d, d', die Anzahl P, p, p' der Abtheilungen an einem auf dem Objectträger befindlichen Mikrometer suchten, die zwischen zwei festen Strichen eines im Brennpunkt des Oculars vorhandenen Mikrometers begriffen sind. Diese Zahlen sind, wie leicht zu erweisen, den vorherigen proportional, so dafs auch:

$$\frac{n-1}{n'-1}=\frac{1-\frac{P}{p}}{1-\frac{P}{p'}}.$$

Sie haben überdiefs den Vortheil, sich rascher und vielleicht genauer beobachten zu lassen.

Die Flüssigkeit, auf welche wir die Brechungsverhältnisse bezogen haben, ist destillirtes Wasser; als mittleres Brechverhältnifs für dasselbe haben wir $n = \frac{4}{3} = 1,333$ gesetzt.

Man kann übrigens diese Zahl geradezu bestimmen. Dazu braucht man nur zwischen das Mikroskop und den zu betrachtenden Gegenstand einen flüssigen Schirm mit parallelen Flächen einzuschieben. Man mufs alsdann, wie leicht zu erweisen, den Gegenstand senken, um ihn noch in dem Mikroskop zu sehen; denn die Lichtstrahlen, obwohl noch parallel aus dem Schirm hervortretend, erleiden eine Ablenkung aus ihrer ursprünglichen Richtung. Bezeichnet man also mit e die Dicke des Schirms, und mit d die Gröfse, um die man den Gegenstand aus seiner ursprünglichen Lage entfernen mufs, so hat man:

$$d = e\left(\frac{n-1}{n}\right),$$

worin n das Brechungsverhältnifs. Diese sehr einfache Formel kann auch direct das Brechverhältnifs eines starren Körpers geben.

Bei Anwendung dieser Methode auf destillirtes Wasser fanden wir, als $e = 10$ Mm. war, $d = 2,502$ Mm. Man hat also:

$$\frac{n-1}{n} = 0,2502, \text{ und daraus } n = 1,3336,$$

d. h. $n = \frac{4}{3}$, da der Unterschied von 0,003 hier nichts bedeuten will.

Am Schlusse dieser Notiz haben wir die mit Hülfe des ersten Verfahrens erhaltenen Resultate in einer Tafel zusammengestellt. Aus ihr ergiebt sich Folgendes:

1) Körper von gleicher Zusammensetzung, und, im flüssigen Zustande, wenig verschiedener Dichtigkeit, besitzen ein zwischen enge Gränzen eingeschlossenes Brechverhältnifs, während dieses dagegen mit der Verdichtung der Substanz wächst (z. B. beim Terpenthinöl und Colophēn).

2) Die flüssigen Kohlenwasserstoffe, von gleicher Dichte, haben ein desto beträchtlicheres Brechvermögen als der Kohlenstoff darin mehr angehäuft ist. So z. B. besitzt das Retinolēn ($C_{32} H_{32}$) ein weit gröſseres Brechverhältniſs als das Cetēn ($C_{32} H_{64}$), welches, obwohl im flüssigen Zustande an Dichte wenig verschieden von ihm, doch weit weniger Kohlenstoff enthält.

3) Bei Flüssigkeiten, bestehend aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, sind Brechverhältnisse und Brechvermögen desto beträchtlicher, als die Substanz weniger Sauerstoff enthält, vorausgesetzt, daſs die Dichtigkeit dieser Körper nicht sehr verschieden ist. Wenn aber die Dichtigkeit sehr variirt, kann das Gegentheil eintreten, was offenbar beweist, daſs die Dichtigkeit des Körpers im flüssigen Zustande ein Element von groſsem Einflusse ist. Der Cumin-Aether, welcher in 100 weniger Sauerstoff enthält als der Benzoëäther, besitzt ein geringeres Brechverhältniſs als der letztere; allein beim ersteren ist auch die Dichte geringer als die des Wassers, bei letzterem dagegen gröſser. Aehnliches gilt vom Essigäther und Oxaläther.

4) Bei isomeren und im flüssigen Zustand fast gleiche Dichtigkeit besitzenden Körpern, wie z. B. dem essigsauren Methylen und dem Ameisenäther, sind auch die Brechverhältnisse identisch.

5) In dem Maaſse als bei Körpern von derselben Familie das Chlor, Brom oder Jod sich anhäuft, wächst das Brechverhältniſs, vielleicht wegen Zunahme der Dichtigkeit dieser Körper im flüssigen Zustande.

6) Endlich haben wir beobachtet, daſs noch ein anderes Element einen sehr merkbaren Einfluſs auf das Brechverhältniſs ausübt, nämlich die Dickflüssigkeit der Substanz, dieſs erhellt auch aus den Beobachtungen des Hrn. Henri Deville über die Chlorovalerisinsäure und Chlorovalerosinsäure.

Wir haben untersucht, ob bei Gemengen solcher Flüs-

sigkeiten, die ohne chemische Einwirkung auf einander sind, das Brechverhältnifs des Gemenges gleich sey den Brechverhältnissen der Bestandtheile zusammengenommen. Nach verschiedenen hierüber gemachten Versuchen scheint uns das Gesetz beinahe richtig. Hier einige dieser Resultate:

Gemenge von Alkohol und Elemiöl.

	n.	n^2-1	Dichte bei 9° C.
Alkohol	1,357	0,841	0,802
Elemiöl	1,475	1,175	0,849
1,258 Vol. Alkohol 1,000 - Oel	1,411	0,990 beob. 0,990 berechn.	0,823
1,937 Vol. Alkohol [1] 1,000 - Oel	1,397	0,952 beob. 0,955 berechn.	0,818

Gemenge von Wacholderöl und Chlorwasserstoff-Terpenthinöl.

	n	n^2-1	Dichte bei 9° C.
Wacholderöl	1,476	1,175	0,8635
Chlorwass. Terpenthinöl	1,488	1,214	1,019
0,931 Vol. Wachh. [1] 1,000 - Chl. Terp.	1,479	1,187 beob. 1,195 berechn.	0,944.

Wir beehren uns der Academie diese kleine Zahl von Beobachtungen vorzulegen, nur um Datum zu nehmen. In einer künftigen Arbeit werden wir das Dispersionsvermögen der in der folgenden Tafel enthaltenen, und so wie anderer ihrer Zusammensetzung nach wohl ermittelter Flüssigkeiten untersuchen. Ueberdiefs werden wir studiren, welche Veränderungen das Refractions- und Dispersionsvermögen der Flüssigkeiten beim Acte der Verbindung erleiden; und uns vornehmen, die nach verschiedenen Methoden erhaltenen Resultate mit einander zu vergleichen, um ihren Werth festzustellen.

1) Die Zusammensetzung der Gemenge aus deren Dichtigkeit berechnet.

	P (für Luft) 20,8 p (- Wasser) 34,33	Mittlere Brechverhältnisse oder n. Angenommen für Wasser. $n = 1{,}333 = \frac{4}{3}$.
	p'.	n.
Terpenthinöl	47	1,471
Citronenöl	47,5	1,475
Elemiöl	47,5	1,475
Wachholderöl	47,5	1,475
Terebēn	48	1,479
Terebilēn	48	1,479
Kubebenöl	49,5	1,490
Colophēn	53,5	1,517
Colophilēn	53.5	1,517
Eupion	40,33	1,409
Cetēn	45	1,463
Benzēn	51,5	1,504
Cinnamēn	56	1,531
Retinolēn	65,5	1,577
Cymēn	48,75	1,485
Naphtha	40,33	1,409
Retinylēn	53,5	1,517
Retinnaphthēn	51,	1,500
Naphthol	45,3	1,467
Kohlenwasserstoff d. Aethalsäure	44,5	1,450
Aether	36	1,357
Hydrobrom-Aether	41	1,417
Hydrojod-Aether	52,75	1,512
Ameisenäther	36,33	1,361
Essigäther	37	1,370
Oxaläther	39,75	1,406
Oenanthäther	42	1,427
Citronenäther	44	1,446
Brenzcitronenäther	44	1,446
Kampheräther	45,5	1,459
Cuminäther	51,5	1,504
Benzoëäther	52,5	1,511
Essigsaures Methylēn	36,33	1,361
Ameisenäther	36,33	1,361
Benzoilhydrur	58,5	1,545
Salicylhydrur	65	1,570

Ab-

P (für Luft) 20,8
› (- Wasser) 34,33.

	Mittlere Brechverhältnisse oder n. Angenommen für Wasser $n=1,333=\frac{4}{3}$.	
	p'	n.
r Alkohol	36,33	1,361
re, krystallisirte	37,5	1,376
ıinöl	47	1,471
sserst. dito, flüssig . . .	49	1,488
sserstoff dito dito	52,5	1,510
loroterebēn	55,33	1,531
. . . .	57,5	1,540
ısäure	39,8	1,406
alerisinsäure	50,5	1,497
alerosinsäure	52,5	1,510
. . . .	51,5	1,504
ızid	60,33	1,554
hlenwasserstoff	44	1,446
hlenwasserstoff	56,5	1,534
. . . .	37,5	1,376
res Amilēn	39,75	1,406
ıl	51,5	1,504

Ueber die Bestimmung des Brechverhält-ses einiger Körper aus der organischen Che-'; von Hrn. H. Deville.

(Auszug aus den *Compt. rend. T. XI p.* 865.)

ıestimmung geschah mittelst des Babinet'schen ıeters [1]), welches mit Hülfe einiger Vorsichtsmaſs-noch sehr geringe Unterschiede (z. B. Zehntau-|) in dem Brechverhältniſs der Körper nachzuwei-ıubt. So konnte dieſs Verhältniſs bei regelmäſsig

[1] Instrument ist ein Wollaston'sches Reflexionsgoniometer, nur versehen mit einer Vorrichtung, die im Ganzen der von Rud-erdachten (s. Ann. Bd. IX S. 517) ähnlich ist. P.

fortschreitenden Mischungen aus Alkohol und Wasser mit vieler Genauigkeit bestimmt werden, und es ergab sich dadurch, dafs diejenige aus gleichen Atomen beider Bestandtheile, d. h. die mit 0,20 Wasser, bei der, nach Rudberg [1]), die Zusammenziehung ihr Maximum erlangt, auch das Maximum des Brechverhältnisses besitzt. Die Brechvermögen zeigen, wie zu begreifen, kein Maximum, da die Dichtigkeit schneller wächst als das Brechverhältnifs. — Die Essigsäure besitzt auch ein Maximum des Brechverhältnisses beim Maximo ihrer Dichtigkeit und dicht bei diesem Maximo ein Minimum des Brechvermögens. Diefs rührt daher, dafs die Dichte weit langsamer abnimmt als das Brechverhältnifs.

Isomere Körper zeigen ein gleiches Brechverhältnifs, doch nur dann, wenn sie auch gleiche Dichtigkeit und gleichen Grad von Dickflüssigkeit (*Viscosität*) besitzen. Die meisten mit dem Terpenthinöl isomeren ätherischen Oele, also von der Zusammensetzung $C_5 H_8$, die an Dichtigkeit und flüssiger Beschaffenheit einander fast gleichen, sind in diesem Fall. Essigsaures Methylen und Ameisenäther besitzen, gleich nach ihrer Reinigung, genau das nämliche Brechverhältnifs.

Die Dickflüssigkeit vergröfsert bei isomeren Flüssigkeiten das Brechverhältnifs bedeutend. Zwei isomere Körper von gleicher Dichtigkeit und analogen chemischen Eigenschaften zeigen, wegen ungleicher Dickflüssigkeit, sehr grofse Unterschiede in ihren optischen Eigenschaften. Die neulich von den HH. Dumas und Stafs entdeckte Chlorovalerisinsäure z. B. ist bei 15° C. so dickflüssig, dafs man sie kaum aus einer Flasche in die andere giefsen kann, während sie bei 30° C. die Dünnflüssigkeit des Wassers besitzt. Beim Uebergang aus dem letzteren Zustand in den ersten ist die Verschiebung des Spectrums oder die Zunahme des Brechverhältnisses zu bedeutend, als dafs sie alleinig dem Anwuchs der Dichtigkeit des Körpers bei seinem Erkalten zugeschrieben

1) Annal. Bd. XIII S. 496.

P (für Luft) 20,8 p (- Wasser) 34,33.	Mittlere Brechverhältnisse oder n. Angenommen für Wasser $n = 1,333 = \frac{4}{3}$.	
	p',	n.
er Alkohol	36,33	1,361
ıre, krystallisirte	37,5	1,376
thinöl	47	1,471
asserst. dito, flüssig . . .	49	1,488
asserstoff dito dito	52,5	1,510
ıloroterebēn	55,33	1,531
r	57,5	1,540
nsäure	39,8	1,406
valerisinsäure	50,5	1,497
valerosinsäure	52,5	1,510
ι	51,5	1,504
ɜnzid	60,33	1,554
ohlenwasserstoff	44	1,446
ohlenwasserstoff	56,5	1,534
. . . .	37,5	1,376
ures Amilēn	39,75	1,406
ıöl	51,5	1,504

Ueber die Bestimmung des Brechverhält-ısses einiger Körper aus der organischen Che-ıe; von Hrn. H. Deville.

(Auszug aus den *Compt. rend. T. XI p.* 865.)

Bestimmung geschah mittelst des **Babinet**'schen meters [1]), welches mit Hülfe einiger Vorsichtsmaſs- noch sehr geringe Unterschiede (z. B. Zehntau- el) in dem Brechverhältniſs der Körper nachzuwei- ·laubt. So konnte dieſs Verhältniſs bei regelmäſsig

[1]) s Instrument ist ein Wollaston'sches Reflexionsgoniometer, nur ı versehen mit einer Vorrichtung, die im Ganzen der von Rud- g erdachten (s. Ann. Bd. IX S. 517) ähnlich ist. *P.*

Flüssiger Terpenthinkampher	1,4848
Bromwasserst. Terpenthinöl, flüss.	1,5109
Terpenthinöl-Chlorür	1,5448
Terebēn *	1,474
Chloroterebēn *	1,5294
Monochloroterebēn *	1,5186
Terebilēn *	1,4735
Colophēn *	1,5212
Colophilēn *	1,5175
Citronenöl	1,472
- altes	1,4808
Elemiöl	1,4718
Copaivöl, rein	1,471
- alt	1,504
Chlorovalerosinsäure **	1,4814
Chlorovalerisinsäure **	1,4722
Valeriansäure	1,406
Retinilēn	1,5214
Retinnaphtēn	1,4975
Gewürznelkenöl	1,502
Kohlenwasserstoff der Aethalsäure	1,4508
Wacholderöl	1,474
Orangeöl	1,474
Bigarade-Oel	1,476
Bergamott-Oel	1,468
Pfeffermünzöl, trocken	1,4663
- feucht	1,465
Essigsaures Methylen	1,3631
Ameisensäure	1,3639
Petrolēn	1,4855

XIII. *Erläuterungen und Zusätze zu den beiden vorhergehenden Aufsätzen.*

Die in der letzten Tafel mit * bezeichneten Stoffe sind einige derjenigen, die Hr. Deville in einer ausführlichen Abhandlung über das Terpenthinöl (*Ann. de chimie et de phys. T. LXXV p.* 37) beschrieben, theils entdeckt oder näher untersucht, theils auch nur mit neuen Namen versehen hat. Er nennt *Camphen* das im Terpenthinölkampher enthaltene Oel, und betrachtet es mit Dumas, Soubeiran und Capitaine als identisch mit dem Terpenthinöl; das aus diesem Kampher durch Destillation mit Kalk abgeschiedene Oel ist das *Camphilen*. (Das *Dadyl* von Blanchet und Sell, das *Tereben* von Soubeiran und Capitaine.) *Tereben* nennt er das in dem flüssigen Kampher enthaltene, und *Terebilen* das aus diesem durch Alkalien ausgeschiedene Oel (Letzteres ist identisch mit dem *Peucyl* von Blanchet und Sell.).

Das *Tereben* kann aus seiner salzsauren Verbindung (dem flüssigen Terpenthinölkampher) nicht durch Destillation mit Kalk rein erhalten werden, hauptsächlich weil es dabei durch Wirkung des Kalks zum Theil in *Terebilen* verwandelt wird. Am bequemsten erhält man es, wenn man, in einem beständig kalt gehaltenen Ballon, Terpenthinöl mit 0,05 seines Gewichts an concentrirter Schwefelsäure vermischt und schüttelt, bis das Ganze dunkelroth und zähe geworden. Man läfst es nun 24 Stunden stehen und giefst dann die zähe Flüssigkeit von dem schwarzen, stark sauren Bodensatz ab. Erhitzt man darauf die Flüssigkeit, so wird sie, nach Entwicklung einiger Blasen von schwefligsaurem Gase, farblos, und wenn sie nun destillirt wird, geht erst Tereben (das durch Rectification über etwas concentrirter Schwefel-

säure vollends zu reinigen) und dann ein anderes Product, das *Colophen*, über.

Das *Tereben* riecht angenehm thymianartig; sein spec. Gewicht im flüssigen Zustand ist $=0{,}864$ bei 8° C., im dampfförmigen $=4{,}812$. Es hat gleichen Siedpunkt und gleiche Zusammensetzung wie das Terpenthinöl, und unterscheidet sich von diesem nur durch seine gänzliche Wirkungslosigkeit auf polarisirtes Licht [1]). Mit Chlorwasserstoffsäure verbindet es sich zu einer Flüssigkeit von 0,902 spec Gew. bei 20° C. und der Zusammensetzung $C_{20}H_{32}+ClH$. Der direct durch Terpenthinöl dargestellte flüssige Kampher hat das spec. Gew. $=1{,}017$ und die Zusammensetzung $C_{20}H_{32}+Cl_2H_2$. Chlorgas in Tereben geleitet, bis die Entweichung von Salzsäure aufhört, giebt das *Chlortereben*, eine Flüssigkeit ohne Wirkung auf das polarisirte Licht, von 1,36 spec. Gew. bei 15° C. und der Zusammensetzung $=C_{20}H_{24}Cl_8$. Destillirt man diese Verbindung, so erhält man, unter Farbenveränderung und Ablagerung von Kohle, in der Vorlage Chlortereben, salzsaures Tereben und das *Monochloroterebeben*, eine Flüssigkeit, die nach Rectification über schwacher Kalilösung und Trocknung durch Chlorcalcium, das specifisches Gewicht 1,137, bei 20° C., und die Zusammensetzung $=C_{20}H_{28}Cl_4$ besitzt.

Das *Terebilen*, erhalten durch Destillation des jodwasserstoffsauren Tereben mit Kali, und Rectification des Destillats über Antimonkalium, hat im flüssigen Zustande die Dichte $=0{,}843$ bei 21° C. und im gasigen $=4{,}767$ (berechnet 4,763), so wie die Zusammensetzung $C_{20}H_{32}$.

1) Terpenthinöl (Camphen) und die Verbindungen desselben mit Chlorwasserstoff, Bromwasserstoff und Jodwasserstoff drehen die Polarisationsebene des durchgehenden polarisirten Lichts nach der *Linken*, Chlorterpenthinöl ($C_{20}H_{24}Cl_8$), Bromterpenthinöl ($C_{20}H_{24}Br_8$) und Colophon oder Terpenthinöloxyd ($C_{20}H_{32}O_4$) nach der *Rechten;* alle übrigen Producte des Terpenthinöls wirken nicht auf das polarisirte Licht, sobald sie frei sind von Terpenthinöl oder Camphen.

Das *Colophen*, auf angegebene Weise erhalten, durch Redestillation und zuletzt durch Rectification über Antimonkalium gereinigt, ist flüssig, im durchgehenden Lichte farblos, im reflectirten aber dunkel indigblau, wirkt nicht auf polarisirtes Licht, siedet zwischen 310° und 315°, hat gleiche Zusammensetzung wie das Terpenthinöl ($C_{20}H_{32}$), im flüssigen Zustande die Dichte =0,94 bei 9°, und im gasigen vermuthlich =9,526, d. h. die doppelte des Terpenthinöldampfs. Es bildet sich auch, unter Abscheidung von Kohle und Wasser, aus Colophonium ($C_{40}H_{64}O_4$), wenn dieses für sich über lebhaftem Feuer destillirt wird, gemäfs der Formel $4C_{40}H_{64}O_4 = 7C_{20}H_{32} + 16H^2O + C_{20}$. Das Colophen absorbirt Chlorwasserstoffgas unter Wärme-Entwicklung zu einer schön indigblauen Verbindung, die aber schon durch Kreide zersetzt wird. Diese Verbindung, durch Destillation mit Baryt zerlegt, giebt das *Colophilen*, auch $C_{20}H_{32}$. Mit Chlor behandelt, giebt das Colophen ein Harz, das Chlorocolophen, von der Zusammensetzung $C_{40}H_{64}Cl_8$, also dem Colophon analog.

Die beiden mit ** bezeichneten Säuren sind Producte der *Valerian-* oder *Baldriansäure*. Dumas und Stafs (*Ann. de chim. et de phys. T. LXXIII p.* 113) haben sie aus der mittelst Kartoffelfuselöl dargestellten Baldriansäure bereitet. Zur Darstellung dieser Säure bedeckt er in einem Kolben Kartoffelöl mit dem zehnfachen Gewichte eines Gemenges gleicher Theile von Kali und Kalk, und erhitzt es in einem Bade von leichtflüssigem Metall bis 170° C. (selbst bis 230° C.) zehn bis zwölf Stunden lang. Es bildet sich dadurch, unter blofser Entwicklung von Wasserstoffgas (dem nur sehr wenig Kohlenwasserstoff beigemengt ist), eine weifse (anfangs durch Wirkung der Luft stark gelbliche) Masse, die, mit Wasser angerührt (und zwar mit möglichster Ausschlie-

fsung der Luft, weil sie sich sonst wie Zunder entzündet), und mit verdünnter Schwefelsäure destillirt, als Destillat Valeriansäure ($C_{10}H_{20}O_4$) giebt und sogleich durch vorgeschlagene Lösung von kohlensaurem Natron an Natron gebunden werden kann, während unzersetztes Kartoffelöl ($C_{10}H_{24}O_2$) und ein anderes Product, ein Valerian-Aldehyd ($C_{20}H_{20}O_2$) zurückbleiben.

Die aus dem Natronsalze durch Destillation mit Phosphorsäure abgeschiedene *Valeriansäure* ist dünnflüssig, farblos, stark nach Valerian riechend, sauer und stechend schmeckend, und auf der Zunge einen weifsen Fleck machend, hat bei 16°,5 C. die Dichte =0,937, siedet unverändert bei etwa 175° C., bleibt noch bei —15° C. flüssig, ist leicht entzündbar, und brennt mit weifser, rufsender Flamme. Für sich hat sie die Zusammensetzung $=C_{10}H_{20}O_4$, in ihren Salzen dagegen die $=C_{10}H_{18}O_3$, und die Dampfdichte =3,67 (berechnet 3,55).

Im trocknen Zustande und vor Licht geschützt, mit Chlorgas geschwängert, giebt sie die *Valerisinsäure* $=C_{10}H_{14}Cl_6O_4$ (im ungebundenen Zustande), einen durchsichtigen, geruchlosen, scharf und brennend schmeckenden Körper, der schwerer als Wasser, in gewöhnlicher Temperatur halbflüssig, bei —18° C. etwas dicklicher, ohne zu erstarren, aber bei +30° C. sehr dünnflüssig ist, bei 110 oder 120° C. sich unter Entwicklung von Salzsäuregas zersetzt, sich augenblicklich mit Wasser verbindet (zu einem sehr dünnflüssigen, schwach riechenden, an Dichte das Wasser übertreffenden Körper), dasselbe aber, längere Zeit im Vacuo bei 100° C. gehalten, wieder verliert. Sie fällt Silbersalze nicht.

Ebenfalls im trocknen Zustande, aber im Sonnenschein, mit Chlorgas geschwängert, entsteht aus der Valeriansäure die *Valerosinsäure*, ein halbflüssiger, farbloser, scharf, brennend und etwas bitter schmeckender Körper, der schwerer als Wasser, bei —18° C. nicht ge-

steht, und bei +150° C. unverändert bleibt, in höherer aber unter Entwicklung von Chlorwasserstoff zersetzt wird. Sie fällt Silbersalze nicht. Ihre Zusammensetzung ist, im freien Zustande $=C_{10}H_{12}Cl_8O_4$, im Silbersalze $=C_{10}H_{10}Cl_8O_3$, im Hydratzustande $=C_{10}H_{10}Cl_8O_3+3H_2O$.

XIV. *Ueber einige am Eisen, bei Versuchen über seine Elasticität, beobachtete Erscheinungen.*

(Briefliche Mittheilung von Hofr. Hausmann.)

Göttingen, 2. Dec. 1840.

Das vor Kurzem zur Ausführung gekommene Project der Erbauung einer Kettenbrücke über die Weser bei Hameln machte es wünschenswerth, über die Festigkeit und andere Eigenschaften des dazu auszuwählenden, auf hannöverschen Eisenhütten verfertigten Stabeisens genaue Kunde zu erlangen. Die darauf abzweckenden Versuche wurden durch eine von dem Königl. hannöverschen Ministerium ernannte Commission im April 1834 in der Hensel'schen mechanischen Werkstatt zu Cassel, vermittelst einer von dem Hrn. Oberbergrath Henschel construirten, hydrodynamischen Presse ausgeführt. Ein Auszug aus dem von dem Hrn. Maschinen-Inspector Jordan zu Clausthal über die Versuche aufgestellten Protocolle ist in der 3ten und 4ten Lieferung der Mittheilungen des Gewerbvereins für das Königreich Hannover enthalten; und ein ausführlicher Bericht darüber wird nächstens im dritten Hefte des vierten Bandes der Studien des Göttingischen Vereins bergmännischer Freunde erscheinen.

Bei den Versuchen über die Elasticität und abso-

lute Festigkeit des Stabeisens erfolgte, außer der früher, während der Längung zugleich eingetretenen Verdünnung der Stäbe, einige Augenblicke vor dem Zerreißen, gewöhnlich eine ausgezeichnete Zusammenziehung, die nach dem Zerreißen oft in der Form eines abgestumpften Paraboloïds mit wenig aufgeworfener Endkante auf solche Weise endete, daß die Bruchflächen selbst eine dem ursprünglichen Querschnitte völlig ähnliche Figur (Quadrat oder Kreis) in verjüngter Dimension darstellten.

An den Stäben ließ sich stellenweise, seltener gleichmäßig und allgemein verbreitet, bei den höheren Spannungsgraden, vorzugsweise bei fadigem Eisen, *Wärme-Entwicklung* bemerken, die an den Bruchenden um so fühlbarer war, je länger die fadige Textur bei dem Ausziehen dem Zerreißen widerstand. Nahe vor dem Zerreißen erreichte die Erwärmung mehr und weniger den Grad der Blutwärme [1]).

In gleichem Verhältnisse mit der Wärme-Entwicklung zeigte sich an den Eisenstäben *Magnetismus*, der, nachdem man darauf aufmerksam geworden war, durch starkes Anziehen von Eisenfeilspänen erkannt wurde. Sollinger *Gußstahl* von der schweißbaren Sorte, mit welchem ebenfalls Versuche angestellt wurden, der unter ausgezeichneter Erwärmung und starker Verdünnung an der Bruchstelle zerriß, ließ nur geringen Magnetismus an den Bruchkanten wahrnehmen.

Da die eine Hälfte der Enden von den bei den Versuchen zerrissenen Eisenstäben mir zur Aufbewahrung zu Theil geworden, so war ich im Stande sie später in Beziehung auf etwaige Dauer des Magnetismus zu prüfen. Zuerst geschah dieses im Mai 1834, vier Wochen nach Anstellung der Versuche. Ein Theil der Stücke ließ durch Anziehung von Eisenfeilspänen noch deutlich in verschiedenen Graden Magnetismus wahrnehmen. Ein

1) Vergl. Lagerhjelm in dies. Ann. Bd. XIII S. 404, und Bd. XVII S. 348. *P.*

Stück zog ganze Büschel von Feilspänen an, und bei einem anderen war die Kraft noch so stark, dafs Nähnadeln daran hängen blieben. Die Untersuchung gab zu folgenden Bemerkungen Veranlassung.

1) Nur das äufserste, bei dem Zerreifsen verdünnte Ende der Stücke liefs Magnetismus erkennen; weder am entgegengesetzten Ende der 3 bis 4 Zoll langen Stücke, noch an anderen Stellen derselben zeigte sich eine Spur davon.

2) An dem verdünnten Ende zeigten sich die Kanten und Ecken, so wie die hervorragenden Spitzen der Fadenbündel am stärksten magnetisch.

3) Die Stücke, an welchen sich unzweideutig Magnetismus wahrnehmen liefs, gehörten der Mehrzahl nach zu den Stäben, welche bei dem Zerreifsen im Verhältnifs zur Ausdehnung, sich am stärksten zusammengezogen hatten.

4) Magnetismus zeigte sich vorzüglich an solchen Stücken, welche sich durch eine vollkommen fadige Textur auszeichneten.

Im Julius desselben Jahres wurden die magnetischen Stücke abermals geprüft. Die anziehende Kraft zeigte sich etwas vermindert.

Im Julius 1840, also über sechs Jahre nach Anstellung der Versuche in Cassel, liefsen die mehrsten jener Stücke noch deutliche Spuren von Magnetismus durch Anziehung von feinen Eisenfeilspänen erkennen.

XV. *Bildung des Leidenfrost'schen Tropfens auf Glas; von Dr. A. H. Emsmann,*

Oberlehrer zu Stettin.

Die Erscheinung des Leidenfrost'schen Tropfens wurde von Leidenfrost selbst zuerst auf einem wohlpolirten und rostfreien *eisernen* Löffel wahrgenommen, dann gelang ihm derselbe auch auf einem *kupfernen* halbrunden, wohlpolirten Gefäfse, nicht jedoch auf in dem Löffel geschmolzenem Blei oder Zinn; später stellte man den Versuch gewöhnlich an in einem *Silber*- oder *Platin*schälchen. In neuster Zeit (nach den Mittheilungen über die Sitzung der Acad. zu Paris v. 9. März 1840)[1]) hat Hr. Boutigny diefs Phänomen auch in einem Tiegel von *Blei* wahrgenommen, woraus namentlich folgt, dafs kein so hoher Grad der Temperatur nöthig ist, als man gewöhnlich annimmt, da das Blei bereits bei 250° schmilzt. Im Allgemeinen findet man bei Erwähnung des Leidenfrost'schen Tropfens angeführt, dafs derselbe sich auf erhitztem Metalle zeige, nur in den nachträglichen Bemerkungen über die Natur dieses Versuchs von N. W. Fischer (Poggend. Annal. Bd. XXI (97) S. 163) heifst es: »Bei dieser Gelegenheit fand ich, dafs dieses Phänomen eben so, wie auf erhitztem Metalle, auch auf erhitztem Glase und Porcellan hervorgebracht werden kann, besonders leicht bei Anwendung von flüchtigeren Flüssigkeiten als Wasser.« Diese Notiz scheint ganz in Vergessenheit gerathen zu seyn, wahrscheinlich weil die Methode, den Tropfen auf Glas hervorzubringen, nicht angegeben ist (so läugnet diefs z. B. Marchand in seiner Mittheilung über Lampensäure im Pharmaceut. Centralblatte, No. 36 S. 571. v. 5. Sept. 1840), und darum wird hoffentlich die Mittheilung nicht uninteressant seyn,

1) Vergl. S. 130 dies. Bd. d. Annal. *P.*

ie ich den Leidenfrostschen Versuch auf Glas zur Erheinung gebracht habe.

Man fülle ein nicht zu enges, mit einer Kugel verhenes Haarröhrchen mit Wasser, Spiritus oder Queckber, erhitze über einer Spirituslampe die Kugel und lte die Röhre schräg aufwärts. Sobald die Flüssigkeit s der Kugel getrieben ist, fallen aus der aufrecht geltenen Röhre aus den hier condensirten Dämpfen entndene Tropfen in die glühende Kugel zurück, und igen das Leidenfrost'sche Phänomen. Oefters tanzen ehre Tröpfchen gleichzeitig, vereinigen sich aber bald einem Tropfen. So konnte ich das Phänomen mehre inuten hinter einander zur Erscheinung bringen, indem rtwährend, sobald ein Tropfen verdunstet war, bald ue zurückfielen. Die Bedingung ist also, dafs die Flüsgkeit nicht, wie es beim Metalle geschieht, kalt, sonrn schon in höherer Temperatur befindlich auf das glünde Glas gelangt, indem sonst das Glas zersprengt ird.

Dafs bei der Bildung des Leidenfrost'schen Troens durch Wasser keine Zersetzung stattfindet, davon erzeugte ich mich hierbei einfach dadurch, dafs ich n Versuch mit einer in der Entfernung von einigen ollen, von der Kugel an gerechnet, umgebogenen Röhre stellte, so dafs ich die Mündung bequem unter Wasr bringen konnte. So wurde das Herabfallen der connsirten Dämpfe nicht verhindert. Ich erhielt hierbei e, auch nur eine Spur von Gasarten in dem auffannden Glase.

XVI. *Ueber die Zusammensetzung des Batrachits; von C. Rammelsberg.*

In seiner »*vollständigen Charakteristik des Mineralsystems*,« 3. Aufl. S. 307, hat Breithaupt die äufseren Charaktere eines von ihm zuerst unterschiedenen Minerals vom Rizoniberge im südlichen Tyrol mitgetheilt, welches er wegen seiner, dem Froschleich ähnlichen Farbe, Batrachit nennt. Vor dem Löthrohr schmilzt der Batrachit; im Phosphorsalz löst er sich mit Zurücklassung eines Kieselskeletts; mit Soda geht er schwer zu einer dunkeln Masse zusammen.

Durch die Güte des Entdeckers erhielt ich reine Stücke dieses Minerals zur Untersuchung, bei welcher dasselbe, da Säuren es nicht sonderlich angriffen, durch Glühen mit kohlensaurem Natron und übrigens auf die gewöhnliche Art zerlegt wurde.

Die Analyse gab:

		Sauerstoff.	
Kieselsäure	37,69	19,58	
Kalkerde	35,45	9,96	
Talkerde	21,79	8,43	9,11
Eisenoxydul	2,99	0,68	
Wasser	1,27		
	99,19.		

Wie die beigefügten Sauerstoffmengen darthun, ist der Batrachit ein Drittelsilicat von Kalkerde, Talkerde und Eisenoxydul, worin jene beide Erden zu gleichen Atomen enthalten sind, und nur ein kleiner Theil der letzteren durch Eisenoxydul ersetzt ist.

Die Formel ist demnach:

$$\left.\begin{matrix}\dot{Ca}^3\\ \dot{Mg}^3\\ \dot{Fe}^3\end{matrix}\right\}\dddot{Si} \text{ oder } \dot{Ca}^3\dddot{Si} + \left.\begin{matrix}\dot{Mg}^3\\ \dot{Fe}^3\end{matrix}\right\}\dddot{Si}$$

und die Eigenthümlichkeit des Minerals, welches sich in seiner Mischung dem Olivin nähert, ist hierdurch erwiesen.

XVII. *Erwiderung auf eine Bemerkung des Hrn. Etatsrath Pfaff; von C. H. Henrici.*

— In dem so eben mir zugekommenen zehnten Annalenhefte dieses Jahrgangs hat Hr. Etatsrath Pfaff über meine im Anfange dieses Jahres erschienene Schrift auf eine Weise sich geäufsert, welche mir nicht anders als unerfreulich seyn kann. Hr. Pfaff verkennt zunächst den Ursprung und den eigentlichen Zweck meiner Schrift. Alle meine in derselben besprochenen Versuche sind wesentlich in der Absicht, mir selbst über zweifelhafte und streitige Punkte Aufklärung zu verschaffen, ausgeführt worden, und zwar mit viel Sorgfalt und Geduld. Meine Schrift soll in der Hauptsache nur ein anspruchloser Bericht über die Ergebnisse dieser Versuche, und nichts weniger als eine Monographie der darin verhandelten Gegenstände seyn. Dafs in diesem Berichte Eines und Anderes vorkommt, was schon Andere vor mir gesagt und erörtert haben, wie könnte das wohl anders seyn? Aber ich mufs mich doch ausdrücklich gegen den Verdacht verwahren, als könnte ich die Leistungen Anderer geflissentlich verschwiegen haben, und so mufs ich insbesondere noch erwähnen, dafs mein Manuscript bereits abgeschlossen war, als ich mit dem Anfange der höchst vortrefflichen und umfassenden Untersuchungen des Hrn. Prof. Fechner bekannt wurde, mit welchem

ausgezeichneten Physiker zu einem übereinstimmenden Resultate gelangt zu seyn, mir übrigens, begreiflicherweise, eine grofse Befriedigung gewährt hat. Was sodann meine Erklärung der galvanischen Ladungsphänomene betrifft, so hat Hr. P. selbst erst vor Kurzem dieselben als noch in grofses Dunkel gehüllt bezeichnet [1]). Dafs Herrn Pfaff's Methode der Elektricitätsübertragung von einem ersten Condensator auf einen zweiten feinere Unterschiede erkennen läfst, als die Anwendung eines einzelnen Condensators, ist nicht zweifelhaft, und Hrn. P's. neueste höchst schätzbare Arbeit giebt dazu die sprechendste Belege. Mir war indessen vorzugsweise daran gelegen, bei meinen Versuchen möglichst einfache Methoden in Anwendung zu bringen, und gegen Fehlerquellen mich desto leichter schützen zu können. Auch bin ich glücklich genug gewesen, mit meinen Mitteln dem Gesetzmäfsigen in den untersuchten Erscheinungen auf die Spur zu kommen.

Meine Schrift wird ohne Zweifel nicht frei von Irrthümern seyn. Ich wünsche nichts mehr, als darüber aufgeklärt und belehrt zu werden, und werde gewifs unter allen Umständen jeden Irrthum, sobald er als solcher erkannt worden, mit der gröfsten Bereitwilligkeit aufgeben, da es meine Ueberzeugung ist, dafs eine unausgesetzte sorgsame Prüfung alles vorhandenen Materials für die Wissenschaft nur erspriefslich seyn könne. Meine Tendenz ist darum keineswegs eine polemische; vielmehr ist eine solche mir durchaus fremd. So oft ich jedoch von einem wissenschaftlichen Zweifel befallen werde, fühle ich das unabweisbare Bedürfnifs, meine Kräfte zur Lösung desselben anzustrengen. Es würde mir sehr schmerzlich seyn, wenn es mir begegnen könnte, durch hierauf berechnete Untersuchungen Andere zu verletzen. Mir gilt lediglich das Interesse der Sache, und ich kann nicht anders, als dieselbe Gesinnung auch bei Andern voraussetzen.

Im Uebrigen kann Niemand bereitwilliger seyn, als ich, Hrn. Pfaff's umfassende Verdienste um die Wissenschaft auf alle Weise anzuerkennen.

1) Diese Annalen, Bd. XXXXIX S. 464.

340. ANNALEN *No.* 12.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND LI.

Neue Ausmittlung der Ausflufscoëfficienten für den Ausflufs der atmosphärischen Luft aus Gefäfsen; von Weisbach.

)ie von Navier zuerst entwickelte Formel [1]) für die eschwindigkeit, mit welcher verdichtete Luft aus Gefä- en strömt, scheint nicht allgemein genug bekannt oder enigstens nicht in dem Maafse beachtet worden zu seyn, s sie es verdient; denn die neuesten Schriftsteller, wie erstner [2]), D'Aubuisson [3]) und Buff [4]) bedienen :h noch immer der von Schmidt [5]) eingeführten For- el, die bei höheren Pressungen mit der Erfahrung gar cht in Uebereinstimmung steht, und ohnediefs einem auptprincipe der Mechanik, dem *von der Erhaltung* *:r lebendigen Kräfte*, widerstreitet. Da auf der ande- n Seite mathematische Begründung und Erfahrung ge- de für das Navier'sche Ausflufsgesetz sprechen, so ıt man Grund genug dieses mit Poncelet [6]), Com- es [7]) und Anderen dem Schmidt'schen vorzuziehen.

) *Ann. de chim. et de phys. T. XXXIV, Paris* 1827; oder *Résumé des leçons, données à l'école des ponts et chaussées, sur l'application de la mécanique, II partie, Paris* 1838.

) Handbuch der Mechanik, Bd. III.

) Handbuch der Hydraulik, oder die 2te Auflage des Originals: *Traité d'Hydraulique à l'usage des Ingénieurs, Paris* 1840; so wie mehrere in den *Annales des mines* zerstreute Abhandlungen.

) Studien des Göttingschen Vereins bergmännischer Freunde, Bd. IV, oder Poggendorff's Annalen, Bd. XXXVII und XXXX.

) Gilbert's Annal. Bd. VI. — Poggendorff's Annal. Bd. II.

) *Mécanique industrielle.*

) *Traité de L'aérage des mines.*

Wenn man auf die gewifs sehr beachtungswerthen Versuche von Koch[1]), über den Ausflufs der Luft aus Gefäfsen, mit Buff, die Formel von Schmidt anwendet, so erhält man eine Veränderlichkeit in den Ausflufscoëfficienten, welche die Richtigkeit der Formel in Zweifel setzt; wogegen die Anwendung der Navier'schen Formel auf diese Versuche Ausflufscoëfficienten giebt, die unter sich nicht mehr abweichen, als die schon längst für den Ausflufs des Wassers gefundenen Coëfficienten.

Es möchte aus diesem Grunde nicht unwichtig seyn, wenn wir in dem vorliegenden Aufsatze die beiden Formeln von Navier und Schmidt einer Beurtheilung und Vergleichung unterwerfen, und an den von Buff aus den Koch'schen Versuchen berechneten Ausflufscoëfficienten diejenigen Correctionen vornehmen, welche die Abweichung der Navier'schen Formel von der Schmidt'schen nöthig macht.

Wir haben diesen Gegenstand bei der Bearbeitung des Artikels *Ausflufs* für die allgemeine Maschinen-Encyclopädie in genaue Untersuchung gezogen, und müssen daher wegen des Details auf diese Arbeit verweisen.

Es sey in einem prismatischen Raume, dessen Basis die Flächeneinheit, und Höhe die Längeneinheit ist, durch einen beweglichen Kolben die Raumeinheit Luft, mit der Pressung p auf die Flächeneinheit, von dem äufsern Raume abgesperrt.

Durchläuft nun der Kolben einen gewissen Weg s, so übt die eingeschlossene Luft auf denselben eine gewisse mechanische Wirkung aus, die sich nach bekannten Regeln leicht bestimmen liefs, indem man annimmt, dafs am Ende des Weges s der Luftraum $= 1 + s$, und die Pressung auf den Kolben $= \frac{p}{1+s}$ geworden ist. Bei Durchlaufung des Elementarweges ds ist diese Wirkung:

1) Studien des Göttingschen Vereins, Bd. I.

$$=\frac{p\,ds}{1+s};$$

ıer ist sie für den ganzen Weg s:

$$Ps=\int_0^s p\frac{ds}{1+s}=p\int_0^s\frac{ds}{1+s}=p\,Ln(1+s).$$

tzt man aber die Pressung am Ende des Weges $=p_{\prime}$, hat man:

$$1+s=\frac{p}{p_{\prime}},$$

her *die mechanische Arbeit oder Leistung der Luft rch ihre Ausdehnung:*

$$=p\,Ln\left(\frac{p}{p_{\prime}}\right).$$

Wenn also die Raumeinheit Luft aus der Pressung in die kleinere Pressung $p_{\prime}$ übergeht, so übt sie die ırch den Ausdruck:

$$p\,Ln\left(\frac{p}{p_{\prime}}\right)$$

messene *mechanische Wirkung aus*, und wenn man ıgekehrt die Raumeinheit Luft zusammendrückt, so dafs s der Pressung p die gröfsere Pressung $p_{\prime}$ wird, so hat ın die *aufzuwendende mechanische Wirkung* durch die ›rmel

$$p\,Ln\left(\frac{p_{\prime}}{p}\right)$$

bestimmen.

Ist nun aber das anfängliche Luftquantum $=m$ Raumıheiten, so wird die beim Ausdehnen gewonnene meanische Wirkung

$$mp\,Ln\left(\frac{p}{p_{\prime}}\right)$$

ısetzt werden müssen.

Von dieser allgemein bekannten Formel ist nun bei ɜr Theorie des Ausflusses der Luft aus Gefäfsen folgenɜr Gebrauch zu machen.

Es habe *die in ein* Reservoir eingeschlossene Luft

die Pressung p, die äufsere Luft aber die Pressung $p_{,}$, und es ströme jene Luft durch eine Oeffnung mit der Geschwindigkeit v in den äufseren Raum. Es sey ferner die unter dem inneren Drucke gemessene Ausflufsmenge in der Secunde $=m$, und die Dichtigkeit, d. i. das Gewicht der Raumeinheit der inneren Luft, $=\gamma$.

Dann ist *die mechanische Wirkung*, welche der ausströmenden Luft- oder Gasmenge m innewohnt:

$$=\frac{v^2}{2g}m\gamma.$$

Wir haben aber die mechanische Wirkung

$$=mp\,Ln\left(\frac{p}{p_{,}}\right)$$

auszuüben, um die Luft in diesen Zustand der Bewegung zu versetzen; es ist folglich nach dem Principe von der Erhaltung der lebendigen Kräfte:

$$\frac{v^2}{2g}m\gamma=mp\,Ln\left(\frac{p}{p_{,}}\right),$$

oder:

$$\frac{v^2}{2g}=\frac{p}{\gamma}Ln\left(\frac{p}{p_{,}}\right),$$

wodurch sich folgende Formel für die Ausflufsgeschwindigkeit ergiebt:

$$v=\sqrt{2g\frac{p}{\gamma}Ln\left(\frac{p}{p_{,}}\right)},$$

Für atmosphärische Luft ist:

$$\frac{p}{\gamma}=7954{,}2(1+0{,}00364.t),$$

und für Wasserdämpfe:

$$\frac{p}{\gamma}=12776{,}3(1+0{,}00364.t);$$

daher kann man setzen

für atmosphärische Luft:

$$v=395\sqrt{(1+0{,}00364.t)Ln\left(\frac{p}{p_{,}}\right)}\text{ Metr.}$$

und für Wasserdämpfe:

$$v=500\sqrt{(1+0{,}00364.t)Ln\left(\frac{p}{p_{,}}\right)}\ \text{Metr.}$$

Die theoretische Ausflufsmenge, unter dem äufseren ruck gemessen, ist:

$$m_{,}=av=a\sqrt{2g\frac{p}{\gamma}Ln\left(\frac{p}{p_{,}}\right)},$$

id unter dem inneren Drucke gemessen ist sie:

$$m=\frac{p_{,}}{p}m_{,}=a\frac{p_{,}}{p}\sqrt{2g\frac{p}{\gamma}Ln\left(\frac{p_{,}}{p}\right)}.$$

Ist b der äufsere Barometerstand und h der Mano eterstand, also $b+h$ der innere Barometerstand, so ınn man auch setzen:

$$v=\sqrt{2g\frac{p}{\gamma}Ln\left(\frac{b+h}{b}\right)},$$

ler, wenn h sehr klein ist, wie bei schwachen Gebläsen:

$$v=\sqrt{2g\frac{p}{\gamma}.\frac{h}{b}},$$

so für Luft:

$$v=395\sqrt{(1+0{,}00364.t)\frac{h}{b}}.$$

$\frac{\Delta}{\delta}$ das Verhältnifs zwischen der Dichtigkeit von der anometerflüssigkeit und der Dichtigkeit von der ausströenden Luft, so hat man, nach Schmidt, D'Aubuis- ›n und Anderen, anzunehmen, dafs die verdichtete Luft it der Geschwindigkeit

$$v=\sqrt{2g\left(\frac{\Delta}{\delta}\right)h}$$

ısströme.

Diesem nach wäre die unter dem inneren Drucke messene Ausflufsmenge:

$$m=av=a\sqrt{2g\left(\frac{\Delta}{\delta}\right)h},$$

und unter dem äufseren Druck gemessen:

$$m_{\prime} = \frac{p}{p_{\prime}} m = \frac{(b+h)}{b} m = a\left(\frac{b+h}{b}\right)\sqrt{2g\left(\frac{\Delta}{\delta}\right)h}.$$

Die Annahme, dafs die Luft noch im verdichteten Zustande mit der Geschwindigkeit v ausströme, ist aber schon deshalb unstatthaft, als das Ausströmen nur auf Unkosten der Pressung erfolgen kann, und dasselbe eben in einer Ausdehnung der Luft besteht. Wollte man aber dennoch annehmen, dafs die Luft unter dem inneren Druck mit der Geschwindigkeit v ausströme, so würde man einen Verstofs gegen das Princip von der Erhaltung der lebendigen Kräfte begehen, indem man dadurch eine Vermehrung an lebendiger Kraft hervorbrächte; denn die mechanische Arbeit, welche nöthig ist, um das Luftquantum m von der Pressung $p_{\prime}$ auf p zu bringen, ist:

$$mpLn\left(\frac{p}{p_{\prime}}\right),$$

während nach der Schmidt'schen Annahme die ausströmende Luft durch ihre Ausdehnung und Geschwindigkeit die Gesammtwirkung:

$$mpLn\left(\frac{p}{p_{\prime}}\right) + \frac{v}{2g} m\gamma$$

hervorzubringen vermag.

Da $\frac{p}{b+h}$ die Dichtigkeit der Manometerflüssigkeit ist, so kann man auch

$$\frac{p}{(b+h)\gamma} = \frac{\Delta}{\gamma}$$

setzen, weshalb wir nach der Navier'schen Formel

$$v = \sqrt{2g\frac{(b+h)\Delta}{\delta} Ln\left(\frac{b+h}{b}\right)}$$

erhalten.

Setzen wir nun noch für kleine Pressungen:

$$Ln\left(\frac{b+h}{b}\right) = Ln\left(1+\frac{h}{b}\right) = \frac{h}{b} - \frac{h^2}{2b^2},$$

so bekommen wir annähernd:

$$v=\sqrt{2g\left(\frac{\Delta}{\delta}\right)\left(1+\frac{h}{b}\right)\left(1-\frac{h}{2b}\right)h},$$

oder auch:

$$=\left(1+\frac{h}{4b}\right)\sqrt{2g\left(\frac{\Delta}{\delta}\right)h}.$$

Hiernach bestimmt sich nun die unter dem inneren Druck gemessene Ausflufsmenge:

$$m=\frac{b}{b+h}av$$

$$=\left(1-\frac{h}{b}\right)\left(1+\frac{h}{4b}\right)a\sqrt{2g\left(\frac{\Delta}{\delta}\right)h}$$

$$=\left(1-\frac{3h}{4b}\right)a\sqrt{2g\left(\frac{\Delta}{\delta}\right)h},$$

während nach Schmidt und Anderen

$$m=a\sqrt{2g\left(\frac{\Delta}{\delta}\right)h},$$

zu setzen ist.

Setzen wir noch den Ausflufscoëfficienten $=\mu$, so erhalten wir die respective Ausflufsmenge:

$$m=\mu\left(1-\frac{3h}{4b}\right)a\sqrt{2g\left(\frac{\Delta}{\delta}\right)h},$$

demnach umgekehrt den Ausflufscoëfficient:

$$\mu=\frac{m}{\left(1-\frac{3h}{4b}\right)a\sqrt{2g\left(\frac{\Delta}{\delta}\right)h}}$$

$$=\left(1+\frac{3b}{4h}\right)\frac{m}{a\sqrt{2g\left(\frac{\Delta}{\delta}\right)h}},$$

während nach der Schmidt'schen Formel

$$\mu \text{ nur } =\frac{m}{a\sqrt{2g\left(\frac{\Delta}{\delta}\right)h}}$$

Es zeigt sich hiernach, dafs man die nach der älteren Formel berechneten Ausflufscoëfficienten mit

$$\left(1+\frac{3h}{4b}\right)$$

multipliciren müsse, um die der Navier'schen Formel angehörigen Coëfficienten zu finden.

Ist z. B.:

$$\frac{h}{b}=\frac{1}{10},$$

so hat man:

$$1+\frac{3h}{4b}=1+\frac{3}{40},$$

dann giebt also die ältere F[illegible]el den Ausflufscoëfficienten um $\frac{3}{40}$ oder ungefähr $\frac{1}{13}$ [illegible] klein an. Nur bei sehr niedrigem Drucke, wenn z. [illegible] $\frac{h}{b}=\frac{1}{100}$ und weniger ist, möchte es gestattet seyn, [illegible] Factor $\left(1+\frac{3h}{4b}\right)$ unbeachtet zu lassen, und nach Buff u. s. w.

$$\mu=\frac{m}{a\sqrt{2g\left(\frac{\Delta}{\delta}\right)h}}$$

zu setzen.

Das Ausflufsgesetz bei abnehmender Druckhöhe, oder für den Fall, wenn die abfliefsende Luft durch neuhinzutretende nicht wieder ersetzt wird, läfst sich durch eine sehr einfache Formel ausdrücken, wenn man wieder

$$Ln\left(\frac{b+h}{b}\right)=\frac{h}{b}\left(1-\frac{h}{2b}\right)$$

setzt.

Bezeichnen wir die constante Zahl $\frac{p}{\gamma}$ mit k, so ist nach unserer Formel die Ausflufsgeschwindigkeit:

$$v=\sqrt{2gk\left(1-\frac{h}{2b}\right)\frac{h}{b}}$$

$$=\left(1-\frac{h}{4b}\right)\sqrt{2gk.\frac{h}{b}},$$

Diese Geschwindigkeit mit dem Flächeninhalt a der Oeff-

nung und mit dem Zeitelemente dt multiplicirt, giebt das Element der Ausflufsmenge:

$$dm_,=a\left(1-\frac{h}{4b}\right)\sqrt{2gk\cdot\frac{h}{b}}\cdot dt.$$

Ist nun die im Gefäfse enthaltene und unter dem äufseren Drucke gemessene, im Gefäfse eingeschlossene Luftmenge $=M_,$, so hat man dem **Mariotte**'schen Gesetze zufolge:

$$\frac{M_,-m_,}{M_,}=\frac{b+h}{b+H},$$

in sofern nur H den anfänglichen und h den Manometerstand am Ende der Zeit t angiebt.

Es folgt demnach auch:

$$-\frac{dm_,}{M_,}=\frac{dh}{b+H}.$$

Durch Gleichsetzung der beiden Ausdrücke für $dm_,$ folgt nun:

$$a\left(1-\frac{h}{4b}\right)\sqrt{2gk\frac{h}{b}}=-\frac{M_,dh}{b+H},$$

und sonach:

$$t=-\int_{H}^{h}\frac{M_,dh}{a\left(1-\frac{h}{4b}\right)(b+H)\sqrt{2gk\cdot\frac{h}{b}}}$$

$$=-\frac{M_,}{a(b+H)\sqrt{2g\frac{k}{b}}}\int_{H}^{h}\frac{dh}{\left(1-\frac{h}{4b}\right)\sqrt{h}}$$

oder annähernd:

$$=-\frac{M_,}{a(b+H)\sqrt{2g\frac{k}{b}}}\int_{H}^{h}\left(h^{-\frac{1}{2}}+\frac{h^{\frac{1}{2}}}{4b}\right)dh$$

$$=\frac{M_,}{a(b+H)\sqrt{2g\frac{k}{b}}}\left(2\left(\sqrt{H}-\sqrt{h}+\frac{1}{6}\left(\frac{\sqrt{H^3}-\sqrt{h^3}}{b}\right)\right)\right)$$

$$=\frac{2M_,(\sqrt{H}-\sqrt{h})}{a(b+H)\sqrt{2g\frac{k}{b}}}\left(1+\frac{H+\sqrt{Hh}+h}{12b}\right).$$

setzt man $h=0$, so bekommt man die Zeit T, nach welcher der Ausflufs beendigt ist:

$$T=\frac{2M\sqrt{H}}{a(b+H)\sqrt{2g\frac{h}{b}}}\left(1+\frac{H}{12b}\right) \text{(annähernd).}$$

Auf ähnliche Weise ergiebt sich auch die Formel für den Ausflufs an dem Apparate, welchen Hr. Koch zu seinen Versuchen angewendet hat, weswegen ich jedoch auf den schon citirten Artikel verweise.

Wenn man die von Hrn. Buff aus den Koch'schen Versuchen berechneten Ausflufscoëfficienten für den Ausflufs der Luft durch Mündungen in dünner Wand, und durch cylindrische und conische Ansatzröhren mit dem veränderlichen Factor $\left(1+\frac{3h}{4b}\right)$ multiplicirt, so bekommt man neue, der Navier'schen Formel entsprechende Coëfficienten, die sich weit mehr an die Erfahrungen anschmiegen als die Buff'schen Coëfficienten. Während dort die den verschiedenen Manometerständen angehörigen Coëfficienten eine Reihe bilden, deren äufsersten Gränzen $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{6}$ ihrer Gröfse von einander abweichen, finden wir hier diese Differenz nur ungefähr $\frac{1}{25}$ [1]). Wir haben zu Ende dieses Aufsatzes vier Tabellen beigefügt, worin die von uns gefundenen Coëfficienten mit den von Hrn. Buff nach der Schmidt'schen Formel berechneten zusammengestellt sind.

Wenn wir nun z. B. aus Tab. I A ersehen, dafs,

1) Die grofse Veränderlichkeit der nach der Schmidt'schen Formel gefundenen Ausflufscoëfficienten veranlafst Hrn. Buff für dieselbe besondere Ausdrücke zu berechnen.

Hiernach setzt er für Mündungen in dünner Wand:

$$\mu=0{,}626(1-0{,}079\sqrt{h}),$$

für kurze cylindrische Ansatzröhren:

$$\mu=0{,}079(1-0{,}079\sqrt{h}),$$

und für gewisse conische Ansatzröhren:

$$\mu=0{,}92(1-0{,}079\sqrt{h}).$$

nach Buff, für den Ausflufs durch die Mündung in dünner Wand der Ausflufscoëfficient von 0,5044 bis 0,5906 zunimmt, während die mittlere Druckhöhe von

$$\frac{6,29+5,79}{2}=6,04 \text{ Fufs (Kalenberger)}$$

bis:

$$\frac{0,61+0,32}{2}=0,5 \text{ Fufs}$$

abnimmt, so finden wir auch aus der Tabellle, dafs nach unsern Berechnungen die Ausflufscoëfficienten unter diesen Verhältnissen nur von 0,570 bis 0,596 wachsen. Und ähnlich ist das Verhältnifs bei allen übrigen Versuchen. Eine Veränderlichkeit von der letzten Ausdehnung findet man aber auch an den Ausflufscoëfficienten des Wassers. Unter sehr niedrigen Pressungen geben natürlich beide Methoden einerlei Ausflufscoëfficienten. Derselbe ist nach den neueren Versuchen von Hrn. Buff für den Ausflufs durch Mündungen in dünner Wand =0,61 bis 0,62, also genau wie beim Wasser; fällt aber für cylindrische Ansatzröhren nur zu 0,76 aus, während er für das Wasser 0,81 ist und ihn D'Aubuisson 0,93 findet. Man hat vollkommen Ursache an der Richtigkeit der D'Aubuisson'schen Coëfficienten zu zweifeln, und den Koch'schen Versuchen besonders auch deshalb alles Zutrauen zu schenken, weil sie mit den neueren Versuchen von Buff (bei sehr niedrigen Pressungen) in sehr guter Uebereinstimmung stehen.

Die Franzosen scheinen die Koch'schen Versuche nicht zu kennen oder sie wenigstens nicht zu beachten, weil man noch immer in den neuesten französischen Schriften, wie z. B. in denen von Combes, nur die Ausflufscoëfficienten von D'Aubuisson angewendet findet.

Es ist sehr zu wünschen, dafs durch Wiederholung dieser Versuche von einem Dritten die Sache aufser Zweifel gesetzt werde.

I. Tabelle.

Ueber die Ausflufscoëfficienten für den Ausflufs der Luft durc Mündungen in dünner Wand, nach Koch.

A. Mündung von 2,96 Lin. Durchmesser, oder 0,000318 Quadratf. Inhalt. Barometerst. 27″ 4‴,5. Temp. 9° R

Wasserdruckhöhe in Kalenberger Fufs.	Ausflufscoëfficient, nach Buff.	Corrigirter Ausflufs-coëfficient.
6,28989		
5,79371	0,5044	0,570
4,83904	0,5159	0,576
3,94728	0,5213	0,570
3,12960	0,5269	0,567
2,37063	0,5498	0,583
1,71509	0,5568	0,582
1,14202	0,5667	0,583
0,67230	0,5806	0,591
0,32007	0,5906	0,596

B. Die vorige Mündung. Barometerstand 27″ 4‴. Temperatur 7° R.

Wasserdruckhöhe in Kalenberger Fufs.	Ausflufscoëfficient, nach Buff.	Corrigirter Ausflufs-coëfficient.
6,10689		
5,61904	0,5044	0,569
4,67697	0,5155	0,573
3,80198	0,5216	0,570
2,98848	0,5363	0,577
2,25326	0,5463	0,577
1,60560	0,5571	0,581
1,04560	0,5758	0,592
0,60103	0,5789	0,589
0,41102		
0,14684	0,6014	0,605

C. Mündung von 6,183 Lin. Durchmesser, oder 0,001433 Quadratf. Inhalt. Barometerst. 27″ 2″,75. Temp. 7° R

Wasserdruckhöhe in Kalenberger Fufs.	Ausflufscoëfficient, nach Buff.	Corrigirter Ausflufs-coëfficient.
6,08025		
4,43368	0,5087	0,566
2,94057	0,5410	0,584
1,73042	0,5433	0,570
0,79113	0,5702	0,591
6,05239		
4,39204	0,5143	0,572
2,92913	0,5313	0,573
1,69276	0,5572	0,585
0,77003	0,5666	0,582

II. Tabelle.

Ueber die Ausflufscoëfficienten für den Ausflufs der Luft durch kurze cylindrische Ansatzröhren, nach Koch.

A. Cylindrische Ansatzröhren 4,655 Lin. Durchmesser, und der (2,58) fachen Länge. Barometerstand 27″ 7‴. Temperatur 3° R.

Wasserdruckhöhe.	Ausflufscoëfficient, nach Buff.	Corrigirter Ausflufscoëfficient.
6,53594		
5,02915	0,6430	0,724
3,66493	0,6600	0,722
2,47403	0,6755	0,721
1,47603	0,6978	0,728
0,70726	0,7204	0,737

B. Cylindrische Ansatzröhren von 2,974 Lin. Durchmesser und der vierfachen Länge. Barometerstand 26″ 9‴,75. Temperatur 5° R.

Wasserdruckhöhe.	Ausflufscoëfficient, nach Buff.	Corrigirter Ausflufscoëfficient.
6,15306		
4,94251	0,6469	0,724
3,81311	0,6629	0,726
2,79272	0,6803	0,729
1,84816	0,6997	0,735
0,57030	0,7308	0,750
0,01398	0,7376	0,743

C. Die vorige Röhre. Barometerstand 27″ 6‴,5. Temperatur 2°,5 R.

Wasserdruckhöhe.	Ausflufscoëfficient, nach Buff.	Corrigirter Ausflufscoëfficient.
6,52466		
5,28065	0,6446	0,727
4,13727	0,6538	0,721
3,08895	0,6753	0,728
2,15255	0,7000	0,740
1,35863	0,7184	0,746
0,72963	0,7346	0,751
0,28236	0,7465	0,754

D. Cylindrische Ansatzröhren von 4,19 Lin. Durchmesser und der (5,7) fachen Länge. Barometerstand 27″ 6‴,5. Temperatur 3° R.

Wasserdruckhöhe.	Ausflufscoëfficient, nach Buff.	Corrigirter Ausflufscoëfficient.
6,46045		
5,25279	0,6326	0,713
4.14576	0,6383	0,703
3,13099	0,6449	0,696

Wasserdruckhöhe.	Ausflufscoëfficient, nach Buff.	Corrigirter Ausflufs-coëfficient.
2,22245	0,6773	0,716
1,44529	0,6935	0,721
0,81629	0,7108	0,728
0,35503	0,7265	0,736

E. Conische Ansatzröhre von 3,1 Lin. Durchmesser und der (5,8) fachen Länge. Barometerstand 27″ 7‴. Temperatur 3° R.

Wasserdruckhöhe.	Ausflufscoëfficient, nach Buff.	Corrigirter Ausflufs-coëfficient.
6,53596		
5,18851	0,6455	0,728
3,95848	0,6568	0,722
2,85424	0,6737	0,724
1,88419	0,7014	0,743
1,08747	0,7215	0,744
0,49202	0,7396	0,759

III. Tabelle.

Ueber die Ausflufscoëfficienten für den Ausflufs der Luft durch conisch convergente Ansatzröhren, nach Koch.

A. Conisches Rohr von 1 Zoll 0,5 Linie Länge bei 3° 5′ 34″ Convergenz.
Durchmesser der Einmündung 3,715 Linien.
Durchmesser der Ausmündung 3,04 Linien.
Flächeninhalt der Ausmündung (engerer Oeffnung) 0,00035003 Quadratfufs.
Barometerstand 27″ 4‴. Temperatur 9° R.

Wasserdruckhöhe.	Ausflufscoëfficient, nach Buff.	Corrigirter Ausflufs-coëfficient.
6,39338		
4,94809	0,7139	0,802
3,63998	0,7323	0,801
2,48522	0,7502	0,800
1,50958	0,7782	0,812
0,74920	0,8026	0,822
0,24320	0,8159	0,824

B. Conisches Rohr von 11 Linien Länge bei 5 21′ 40″ Convergenz.
Durchmesser der Einmündung 4,04 Linien.
Durchmesser der Ausmündung 3,01 Linien.
Inhalt der Ausmündung 0,00034316 Quadratfufs.
Barometerstand und Temperatur wie vorher.

Wasserdruckhöhe.	Ausflufscoëfficient, nach Buff.	Corrigirter Ausflufscoëfficient.
6,40176		
4,94809	0,7352	0,825
3,62021	0,7597	0,820
2,44609	0,7868	0,839
1,46207	0,8122	0,846
0,70447	0,8365	0,856
0,20967	0,8551	0,864

C. Conisches Rohr von 35,5 Lin. Länge, bei 5° 49′ 28″ Convergenz.
Durchmesser der Einmündung 6,42 Linien.
Durchmesser der Ausmündung 2,725 Linien.
Inhalt der Ausmündung 0,00028125 Quadratfufs.
Barometerstand 26″ 9‴. Temperatur 2° R.

6,32917		
5,70856	0,7504	0,849
4,54001	0,7580	0,842
3,47771	0,7701	0,837
2,50477	0,8054	0,858
1,66052	0,8285	0,866
0,97283	0,8429	0,867
0,45286	0,8655	0,879
0,12580	0,8735	0,879

D. Conisches Rohr von 18,6 Lin. Länge, und 6° 0′ 10″ Convergenz.
Durchmesser der Einmündung 4,66 Linien.
Durchmesser der Ausmündung 2,72.
Inhalt der Ausmündung 0,00028022 Quadratfufs.
Barometerstand 26″ 10‴. Temperatur 4°,5 R.

6,12504		
4,95369	0,7335	0,821
3,85785	0,7607	0,833
2,86682	0,7759	0,833
1,99182	0,7972	0,839

Wasserdruckhöhe.	Ausflufscoëfficient, nach Buff.	Corrigirter Ausflufscoëfficient.
1,24402	0,8273	0,856
0,65975	0,8383	0,856
0,25760	0,8538	0,862

E. Conisches Rohr von 18,5 Lin. Länge und 11° 36′ 18″ Convergenz.
Durchmesser der Einmündung 6,39 Linien.
Durchmesser der Ausmündung 2,63 Linien.
Inhalt dieser Ausmündung 0,00026198 Quadratfufs.
Barometerstand 26″ 10‴,5. Temperatur 5° R.

6,21447		
5,09447	0,7445	0,836
4,06750	0,7465	0,821
3,13098	0,7615	0,821
2,28115	0,7858	0,832
1,54313	0,8040	0,837
0,92252	0,8175	0,830
0,45288	0,8478	0,861

IV. Tabelle.

Ueber die Ausflufscoëfficienten für den Ausflufs der Luft durch conisch divergente Ansatzröhren, nach Koch.

A. Conisches Rohr von 35,5 Lin. Länge und 5° 57′ 28″ Divergenz.
Durchmesser der Einmündung 2,725 Linien.
Durmesser der Ausmündung 6,42 Linien.
Flächeninhalt dieser 0,0015611 Quadratfufs.
Barometerstand 26″ 9‴. Temperatur 2° R.

Wasserdruckhöhe in Kalenberger Fufs.	Ausflufscoëfficient, nach Buff.	Corrigirter Ausflufscoëfficient.
6,15854		
4,89776	0,7922	0,887
3,72364	0,8229	0,900
2,65575	0,8582	0,917
1,70807	0,9104	0,953
0,93371	0,9491	0,977
0,36901	0,9904	1,004

B. Conisches Rohr von 18‴,5 Länge und 11° 36′ 48″ Divergenz.
Durchmesser der Einmündung 2,63 Linien.
Durchmesser der Ausmündung 6,39 Linien.
Flächeninhalt dieser 0,0015465 Quadratfuſs.
Barometerhöhe 26″ 9‴,5. Temperatur 4°,5 R.

Wasserdruckhöhe in Kalenberger Fuſs.	Ausfluſscoëfficient, nach Buff.	Corrigirter Ausfluſs-coëfficient.
6,29553		
5,30033	0,6546	0,737
4,37501	0,6655	0,735
3,50838	0,6822	0,741
2,71724	0,6923	0,741
1,99321	0,7324	0,770
1,35862	0,7452	0,772
0,82747	0,7683	0,785
0,41793	0,7847	0,795
0,14257	0,7979	0,803

II. *Untersuchung des Allanit, Orthit, Cerin und Gadolinit; von Theodor Scheerer*

(Schluſs.)

Chemisch-analytische Untersuchung.

Ehe ich die Resultate meiner Analysen von den verschiedenen, hier abgehandelten Mineralien angebe, will ich jedesmal zuvor die Zerlegungsmethode, die ich dabei anwendete, so wie einige Erfahrungen, die ich bei dieser Gelegenheit machte, der Hauptsache nach mittheilen. Diese Zerlegungsarten sind hauptsächlich zweierlei, welche sich nach der Natur der untersuchten Mineralien richten. Letztere zerfallen nämlich: 1) in solche, die durch Säuren aufschlieſsbar sind, und 2) in andere, welche durch Schmelzen mit kohlensaurem Natron aufge-

schlossen werden mufsten. Zu den ersteren gehören: der Orthit von Fille-Fjeld, der Allanit von Jotun-Fjeld und der Gadolinit von Hitterön; zu den andern dagegen der Allanit von Snarum und der Cerin von Riddarhyttan.

Allanit von Jotun-Fjeld. Ich wähle dieses Mineral darum zuerst, weil seine Analyse am einfachsten ist. Die in demselben zu trennenden Bestandtheile, welche vorher durch eine qualitative Untersuchung bestimmt wurden, sind: Kieselerde, Thonerde, Eisenoxydul, Kalkerde, Talkerde, Ceroxydul, Lanthanoxyd und Manganoxydul. Eine abgewogene Quantität des fein gepulverten, im Wasserbade getrockneten Minerals wurde mit Salzsäure übergossen, welche, bei Anwendung gelinder Wärme, dessen Aufschliefsung leicht bewirkte. Nachdem die saure Flüssigkeit in Zeit von 24 Stunden langsam eingedampft und hierdurch das Eisenoxydul zugleich höher oxydirt worden war, wurde die abgeschiedene Kieselerde, nach Verdünnung der Auflösung durch Wasser abfiltrirt, und die durchgelaufene Flüssigkeit mit einem Ueberschufs von Ammoniak behandelt. Der so entstandene Niederschlag enthielt also nun hauptsächlich Thonerde, Eisenoxyd, Ceroxydul und Lanthanoxyd. Die hiervon getrennte Flüssigkeit wurde mit oxalsaurem Ammoniak versetzt, wodurch Kalkerde niedergeschlagen und nach zwölfstündigem Stehen an einem mäfsig erwärmten Orte abfiltrirt wurde. Das hierbei erhaltene Filtrat, welches Manganoxydul und Talkerde enthielt, ward mit Schwefelammonium versetzt, der geringe, hierbei entstandene Niederschlag von Schwefelmangan abfiltrirt, und die schwefelammoniumhaltige Flüssigkeit durch Salzsäure sauer gemacht und erwärmt, bis sich aller Geruch nach Schwefelwasserstoff verloren hatte. Darauf wurde sie, nach Filtration der geringen Menge abgeschiedenen Schwefels, abermals mit Ammoniak übersättigt, und, zur Fällung von Talkerde, mit phosphorsaurem Natron versetzt.

Jener Niederschlag nun, welcher aus Thonerde, Ei-

senoxydul, Ceroxydul, Lanthanoxyd, nebst Spuren von Manganoxydul und Talkerde bestand, wurde von Neuem wieder in Salzsäure gelöst, die dabei zurückbleibende kleine Quantität Kieselerde abfiltrirt, und mit einer concentrirten Kalilösung zur Ausziehung der Thonerde gekocht. Der hierbei bleibende Rückstand ward abermals in Salzsäure gelöst, und, nach Verdünnung mit Wasser, auf die bekannte Weise mit neutralem schwefelsauren Kali behandelt, um das Cer als schwefelsaures Ceroxydul-Kali abzuscheiden. Nach 24 Stunden war diefs geschehen. Das in der Flüssigkeit zurückgebliebene Eisenoxyd wurde nun durch Ammoniak gefällt, mit kochendem Wasser ausgesüfst (was, wenn Eisenoxyd aus einer Flüssigkeit, die viel schwefelsaures Kali enthält, durch Ammoniak gefällt wird, ziemlich schwer ist), und nach dem Glühen und Wägen nochmals in Salzsäure gelöst, um geringe Mengen von Mangan und Talkerde abzuscheiden.

Das erhaltene Doppelsalz von schwefelsaurem Ceroxydul-Kali wurde in vielem Wasser durch Erwärmen gelöst (was schneller geschieht, wenn man etwas Salzsäure hinzufügt), darauf mit kaustischem Kali gefällt und filtrirt. Man erhält hierbei zwar ein basisches Salz, wenn der Niederschlag nicht mit kaustischem Kali gekocht wird; allein diefs ist von keinem Nachtheil, da derselbe, ohne vorher ausgewaschen zu seyn, von Neuem wieder in Salzsäure gelöst werden mufs. Ich habe nämlich gefunden, dafs das bei der Trennung von Eisen und Cer erhaltene schwefelsaure Ceroxydul-Kali stets noch eisenhaltig ist, und dafs man daher das daraus erhaltene Ceroxydul noch einmal auflösen und durch schwefelsaures Kali fällen mufs, wobei dieser Antheil von Eisen gelöst bleibt. Nur von diesem Umstande kommt es, dafs das schwefelsaure Ceroxydul-Kali mehr oder weniger gelblich zu seyn pflegt. Das, welches man bei der zweiten Trennung erhält, ist stets rein weifs. Ein ferneres Zei-

chen vom Eisengehalte dieses Doppelsalzes ist es, dafs es sich nicht klar in warmem Wasser auflöst, sondern gelbliche Flocken zurückläfst, die wahrscheinlich achtfach-basisch schwefelsaures Eisenoxyd sind. Dafs diese Quantität Eisenoxyd nicht vernachlässigt werden darf, geht daraus hervor, dafs ich bei verschiedenen Analysen gegen 5 bis 7 Proc. Eisenoxyd (von der Menge des erhaltenen Ceroxyduls gerechnet) erhalten habe, was z. B. bei dieser Analyse einen Unterschied von mehr als 1 Proc. Ceroxydul zu viel und 1 Proc. Eisenoxydul zu wenig gemacht hätte. Ich habe sowohl mit concentrirten als mit verdünnteren Auflösungen Versuche angestellt; allein immer ist das erhaltene Ceroxydul eisenhaltig.

Durch die Entdeckung Mosander's, dafs das Cer im Cerite mit einem andern Metalle, dem Lanthan, vorkommt, war es zu vermuthen, dafs diefs auch im Allanit der Fall sey. Ich untersuchte daher das erhaltene Ceroxyd auf die Weise, wie sie Mosander zur Trennung von Cer und Lanthan vorschreibt. Beide Oxyde wurden mit Salpetersäure übergossen, die Lösung wurde darauf eingedampft und der Rückstand bei Luftzutritt stark geglüht. Darauf übergofs ich ihn mit einer, dem Gewichte nach etwa 50fach verdünnten Salpetersäure, und liefs ihn, unter öfterem Umrühren, einige Tage damit in Berührung. Nach dieser Zeit wurde das ungelöst gebliebene Ceroxyd filtrirt, und aus der durchgelaufenen Flüssigkeit das Lanthanoxyd durch kaustisches Kali gefällt. Da Mosander bis jetzt noch keine ferneren charakteristischen Eigenschaften dieses Metalloxydes angegeben hat, so konnte ich keine weiteren Prüfungen mit demselben vornehmen. Es sieht blasser aus als Ceroxyd, und hat ein ganz ähnliches Verhalten vor dem Löthrohre.

Ich erhielt auf die beschriebene Weise bei zwei Analysen, von denen ich die erstere in Norwegen, die

weite in dem Laboratorium des Hrn. Prof. H. Rose
nstellte, folgende Resultate:

	I.	II.
Kieselerde	34,69	35,15
Thonerde	15,58	16,23
Eisenoxydul	14,42	15,55
Ceroxydul	19,65	13,34
Lanthanoxyd		5,80
Manganoxydul	1,55	0,98
Kalkerde	11,90	12,02
Talkerde	1,09	0,78
Wasser	0,52	0,50
	99,40	100,35.

Bei der Analyse I ist Lanthanoxyd und Ceroxydul
isammen angegeben, da ich, zur Zeit als ich sie unter-
ahm, noch keine genauere Kenntnifs von diesem neuen
Ietalloxyde hatte. Noch mufs ich bemerken, dafs ich
ei der zweiten Analyse, in Betracht, dafs die Mengen
er Talkerde und des Manganoxyduls so gering waren,
ie kleinen davon im Eisenoxyd enthaltenen Quantitäten
icht abgeschieden habe.

Wie schon oben bemerkt, ist der Allanit von Jotun-
'jeld meist innig mit Magneteisenstein durchsprengt, dafs
ıan bei oberflächlicher Beobachtung glauben sollte er
ey magnetisch. Man kann jedoch durch lange fortge-
etztes Ausziehen mit dem Magnete das Pulver hiervon
einigen. Die Analyse I ist mit solchem durch den Mag-
et gereinigtem Pulver, die Analyse II dagegen mit ei-
em gröfseren, völlig magneteisenfreiem Stücke dieses Mi-
erals angestellt worden.

Orthit von Fille-Fjeld. In diesem Minerale sind
ieselben Bestandtheile enthalten wie in dem vorigen,
edoch mit dem Hinzutreten von Yttererde. Die Ana-
yse wurde also ganz auf dieselbe Weise unternommen,
ur mit dem Unterschiede, dafs die mit schwefelsaurem

Kali gesättigte Flüssigkeit, welche von dem schwefelsauren Ceroxydul-Kali abfiltrirt wurde, nicht blofs Eisenoxyd, sondern auch noch Yttererde aufgelöst enthielt. Ich brauche also nur hinzuzufügen, wie ich die Trennung dieser beiden Stoffe bewirkt habe. Die gewöhnliche Methode zur Trennung von Yttererde und Eisen besteht bekanntlich darin, dafs man Weinsteinsäure zur Auflösung beider setzt, und alsdann das Eisen durch Schwefelammonium fällt. Diese Trennungsart hat jedoch besonders wegen der beschwerlichen Verbrennung der Weinsteinsäure und auch in anderer Hinsicht ihre grofsen Uebelstände, und ich versuchte daher, ob sich die Trennung nicht auch auf andere Art bewerkstelligen lasse. Da die Oxalsäure schon als gutes Reagenz auf Yttererde bekannt ist, so war es am natürlichsten, mit dieser zuerst Versuche anzustellen. Oxalsaure Yttererde ist ein in Wasser unlösliches Pulver, welches aber nicht unbedeutend von freier Salzsäure gelöst wird; die Yttererde konnte also nicht durch Oxalsäure aus der sauren Flüssigkeit gefällt werden. Ich verfuhr deshalb so, dafs ich die Auflösung, welche Salzsäure im Ueberschufs enthielt, durch vorsichtig hinzugefügtes Ammoniak dem Sättigungspunkte nahe brachte, ohne dafs jedoch hierdurch schon ein theilweiser Niederschlag entstand, und setzte hierauf eine Auflösung von neutralem essigsauren Ammoniak hinzu. Hierdurch mufste nothwendig alle freie Salzsäure vom Ammoniak gebunden werden, und die freie Säure war jetzt nur Essigsäure. Zugleich entstand hierbei eine Quantität essigsaures Eisenoxyd, wodurch die Farbe der Flüssigkeit sich vom Dunkelgelben in's Blutrothe umänderte. Darauf ward eine Auflösung von neutralem oxalsauren Ammoniak hinzugefügt. Zuerst bildete sich hierdurch kein Niederschlag; allein die Flüssigkeit entfärbte sich, was offenbar daher rührte, dafs sich jetzt durch Wahlverwandtschaft oxalsaures Eisenoxyd und essigsaures Ammoniak gebildet hatte. Als aber mehr oxalsaures Ammo-

niak hinzugefügt wurde, entstand sogleich ein weifser, flockig käsiger Niederschlag, der sich leicht senkte. Es geht also hieraus hervor, dafs salzsaure und essigsaure Yttererde gemeinschaftlich mit oxalsaurem Eisenoxyd in einer Auflösung vorhanden seyn können, ohne dafs ein Niederschlag entsteht, was in der That sehr merkwürdig ist, und den chemischen Grundsätzen zu widersprechen scheint; da doch Oxalsäure mit der Yttererde eine unlösliche Verbindung giebt. Der entstandene Niederschlag wurde, nachdem er längere Zeit an einem erwärmten Orte gestanden hatte, filtrirt und mit warmem Wasser ausgewaschen. Das durch Ammoniak gefällte Eisen wurde hierauf wieder in Salzsäure gelöst und abermals auf die vorige Weise behandelt, ohne dafs jedoch eine Spur von Ytterde mehr erhalten wurde. Die auf diese Art abgeschiedene Yttererde war fast rein weifs, wie man sie auf anderem Wege selten zu erhalten pflegt. Das Resultat der Analyse war folgendes:

	III.
Kieselerde	34,93
Thonerde	14,26
Eisenoxydul	14,90
Ceroxydul } Lanthanoxyd }	21,43
Manganoxydul	0,85
Kalkerde	10,42
Talkerde	0,86
Yttererde	1,91
Wasser	0,52
	100,08.

Diese Analyse wurde von mir in Norwegen unternommen, als ich noch unbekannt mit den Eigenschaften des Lanthans war. Leider hatte ich nicht Material genug, um dieselbe in Berlin zu wiederholen.

Gadolinit von Hitterön. Die Bestandtheile dieses

Minerals sind: Kieselerde, Beryllerde, Yttererde, Eisenoxydul, Ceroxydul, Lanthanoxyd, Kalkerde. Dieselben unterscheiden sich also dadurch von denen des vorigen Minerals, dafs Thonerde und Manganoxydul wegfallen, und dafs dafür Beryllerde hinzutritt. Das analytische Verfahren blieb also im Wesentlichen ganz dasselbe, wie das vom Orthit von Fille-Fjeld, namentlich da die Beryllerde, gleich der Thonerde, durch Kochen mit kaustischem Kali getrennt werden konnte. Ich erhielt auf diese Weise nahe an 2 Proc. Beryllerde. Schon glaubte ich, dafs diese Gadolinitart, gleich der von Kårarfvet, nur wenig Beryllerde enthielte, als ich mich einer Mittheilung erinnerte, welche mir der Hr. Graf von Schaffgotsch schon vor einigen Monaten gemacht hatte, nämlich dafs er gefunden habe, »Die Beryllerde werde aus ihrer Auflösung in kaustischem Kali durch Kochen theilweise wieder aus derselben niedergeschlagen, und zwar in desto gröfserer Menge, je verdünnter die Auflösung sey.« Ich unterwarf deshalb das beim Kochen mit kaustischem Kali zurückgebliebene Eisenoxyd noch einer weiteren Prüfung. Dasselbe wurde in Salzsäure gelöst und mit einem grofsen Ueberschufs von kohlensaurem Ammoniak versetzt. Diefs Reagenz eignet sich jedoch nicht zu einer genauen Trennung der Beryllerde vom Eisenoxyd, indem vom letzteren sich ebenfalls etwas auflöste. Jedoch konnte ich durch die sich bedeutend vermindernde Menge des Niederschlags schon erkennen, dafs meine Vermuthung richtig war. Die so erhaltene eisenhaltige Beryllerde wurde nun abermals in Salzsäure gelöst, und mit einer concentrirten Auflösung von kaustischem Kali behandelt. Hierdurch schied sich jene geringe Menge Eisenoxyd ab, und aus der alkalischen Auflösung wurden noch über 7 Procent Beryllerde erhalten. Ich war also nahe daran gewesen die Hauptmenge dieser Erde zu übersehen. Dafs hier keine Yttererde für Beryllerde gehalten ist, geht daraus hervor, dafs sie sich sowohl in kohlensaurem Am-

moniak als in kaustischem Kali vollkommen löste, welches letztere nur eine unbedeutende Menge Kohlensäure enthielt. Auch durch das Verhalten vor dem Löthrohre gegen Kobaltsolution, so wie durch die eigenthümlich lockere Beschaffenheit des geglühten Hydrats gab sich die Beryllerde als solche zu erkennen. Die Beobachtung des Hrn. Grafen von Schaffgotsch hat sich also hierdurch auf das Vollkommenste bestätigt.

Bei der Abscheidung der Yttererde durch die vorhin angegebene Methode habe ich noch auf einige Umstände aufmerksam zu machen, die mir bei der Analyse des Orthits von Fille-Fjeld, wo die Menge der Yttererde nur gering war, früher entgangen waren. Wenn die Menge der Yttererde im Verhältnifs zu Cer und Lanthan sehr grofs ist, wie z. B. beim Gadolinit von Hitterön, so darf die Auflösung, in welcher man die Trennung derselben durch schwefelsaures Kali vornimmt, nicht zu concentrirt seyn, weil sonst eine bedeutende Menge von Yttererde ebenfalls als Doppelsalz niedergeschlagen wird. Diefs ist nun zwar in einer concentrirten Auflösung von schwefelsaurem Kali löslich; allein beim Auswaschen kann sehr leicht ein Theil bei den Doppelsalzen des Lanthans und des Cers zurückbleiben, besonders wenn man versäumt die Aussüfsflüssigkeit mit kaustischem Kali zu prüfen. Scheidet man aus diesen Doppelsalzen nachher beide Oxyde ab und trennt sie auf die von Mosander angegebene Methode, so wird man einen zu grofsen Lanthangehalt bekommen; denn auch Yttererde löst sich, gleich dem Lanthanoxyd, in verdünnter Salpetersäure.

Als die, durch Fällung mit oxalsaurem Ammoniak erhaltene, vermeintlich reine Yttererde wieder mit Salzsäure übergossen wurde, löste sie sich mit starkem Brausen auf. Ich fällte diese Auflösung durch Ammoniak, filtrirte, trocknete, glühte und wog die so erhaltene Yttererde. Sie hatte sehr bedeutend am Gewicht abgenom-

men. Die von ihr abfiltrirte Flüssigkeit ward daher eingedampft, die ammoniakalischen Salze wurden durch Erhitzen vertrieben und der hierdurch erhaltene Rückstand wurde geglüht und gewogen. Er wiefs sich als reines Chlorkalium aus, dessen Menge, als kohlensaures Kali in Rechnung gebracht, genau dem Verluste der Yttererde gleich kam. Die zuerst erhaltene, vermeintliche Yttererde war also ein Gemenge von Yttererde und kohlensaurem Kali gewesen, dadurch erzeugt, dafs durch oxalsaures Ammoniak aus der Flüssigkeit, welche viel schwefelsaures Kali aufgelöst enthielt, ein Doppelsalz von oxalsaurer Yttererde-Kali gefällt wurde, welches sich durch Glühen in jenes Gemenge von Yttererde und kohlensaurem Kali umwandelte. Bei der Trennung der Yttererde vom Eisen hat man also auf diesen Umstand Rücksicht zu nehmen. Man könnte diefs allerdings vermeiden, wenn man Yttererde und Eisenoxyd zuerst durch Ammoniak fällte, wieder auflöste und nun durch oxalsaures Ammoniak trennte; allein die so erhaltene oxalsaure Yttererde ist noch schwieriger zu filtriren als jenes Doppelsalz. Auch das letztere mufs längere Zeit hindurch an einem erwärmten Orte stehen. In einer Flüssigkeit, die kein schwefelsaures Kali aufgelöst enthält, könnte man die Trennung vielleicht am besten durch oxalsaures Kali bewirken.

Die Zusammensetzung des Gadolinits von Hitterön wurde folgendermafsen gefunden:

	IV.
Kieselerde	25,78
Beryllerde	9,57
Yttererde	45,67
Ceroxydul	1,81
Lanthanoxyd	4,75
Eisenoxydul	12,79
Kalkerde	0,34
	100,71.

Hinsichtlich des Gehalts an Cer und Lanthan habe ich noch Folgendes zu bemerken. Das bei einem zweiten, qualitativen Versuche erhaltene Gemenge von Ceroxydul und Lanthanoxyd zeigte sich, nach Mosander's Angabe, mit verdünnter Salpersäure behandelt, völlig löslich darin. Es bleibt also zweifelhaft, ob jene 1,81 Proc. Ceroxydul wirklich vorhanden waren, oder ob das Mineral nur Lanthan enthält. Meine Zeit erlaubt mir jetzt nicht die Analyse zu wiederholen. Auch kann das Lanthanoxyd, aus vorhin angegebenen Gründen, leicht etwas yttererdehaltig gewesen seyn.

Allanit von Snarum. Obgleich dieses Mineral dieselben Bestandtheile enthält wie der Allanit von Jotun-Fjeld, so ist es dennoch nur höchst unvollkommen aufschliefsbar durch Säuren. Ich mufste mich daher zu seiner Zerlegung des Schmelzens mit kohlensaurem Natron bedienen. Die in einem Platintiegel geschmolzene Masse wurde mit Wasser übergossen und längere Zeit hindurch an einem erwärmten Orte damit stehen gelassen, bis sich die ganze Masse erweicht und zum Theil gelöst hatte. Darauf wurde Salzsäure hinzugefügt und die Flüssigkeit bis zur Trocknifs eingedampft. Die eingetrocknete Masse wurde darauf wieder mit Salzsäure befeuchtet, etwa eine Stunde damit in Berührung gelassen, dann mit Wasser übergossen, und, nach geschehener Lösung die Kieselerde abfiltrirt. Hierauf war der Gang der Analyse ganz wie beim Allanit von Jotun-Fjeld. Nur noch eines Umstandes will ich hierbei gedenken. Die von diesem Minerale erhaltene Kieselerde ist nämlich nach dem Glühen stets röthlich gefärbt. Ich glaubte anfangs, dafs diefs von Eisenoxyd herrühre, überzeugte mich aber bald, dafs diefs nicht der Fall sey. Die röthliche Kieselerde wurde nämlich durch Befeuchten mit Schwefelammonium nicht schwarz, und verlor auch ihre Farbe nicht durch lange fortgesetztes Kochen mit Salzsäure. Ich schmolz sie daher nochmals mit dem Mehrfachen von kohlensaurem Na-

tron zusammen, und löste das entstandene kieselsaure Natron in Wasser auf, wodurch eine geringe Menge eines rothen Pulvers zurückblieb. Auch diefs widerstand der Einwirkung von Salzsäure und Salpetersäure, verhielt sich aber vor dem Löthrohr wie Cer. Durch Kochen mit Schwefelsäure ward es dagegen weifs, und es zeigte sich, dafs das Zurückgebliebene Kieselerde war, und jenes rothe Pulver bestand daher aus Kieselerde und Ceroxyd. Es scheint also, dafs Kieselerde und Ceroxyd (oder vielleicht auch Lanthanoxyd) sich unter gewissen Verhältnissen sehr innig verbinden können.

Aus zwei analytischen Untersuchungen ergaben sich die folgenden Resultate:

	V.	VI.
Kieselerde	35,75	34,00
Thonerde	15,49	16,40
Eisenoxydul	15,19	15,51
Ceroxydul	19,96	13,73
Lanthanoxyd		7,80
Kalkerde	11,25	11,75
Talkerde	0,77	0,56
	98,41	99,75.

Die gröfsere Menge Kieselerde bei der Analyse V dürfte vielleicht darin ihren Grund haben, dafs eine kleine Menge Albit mit in die Analyse gekommen ist, indem derselbe sehr innig verwachsen mit dem Allanite vorkommt. Die Analyse V wurde in Norwegen, die andere in Berlin unternommen.

Vergleicht man die Zusammensetzung des Allanits von Snarum mit der des Allanits von Jotun-Fjeld, so findet man durchaus keinen wesentlichen Unterschied zwischen beiden, dennoch aber ist das erstere Mineral in Säuren löslich, und das andere nicht durch dieselben aufschliefsbar. Beide Mineralien sind daher als *isomer* zu betrachten.

Cerin von Riddarhyttan. Die Art der Zerlegung dieses Minerals war genau dieselbe wie die des vorigen, da es die gleichen Bestandtheile enthielt, und nicht durch Säuren aufgeschlossen werden konnte. Auch hier wurde wieder jene röthlich gefärbte Kieselerde erhalten, obgleich die zur Trockne eingedampfte Masse des aufgeschlossenen Minerals mehrere Stunden hindurch mit Säure digerirt wurde, um alle beim Eintrocknen vielleicht gebildeten basischen Salze wieder zu lösen. Die Zusammensetzung des Cerins fand ich:

	VII.
Kieselerde	32,06
Thonerde	6,49
Eisenoxyd	25,26
Ceroxydul	23,80
Lanthanoxyd	2,45
Kalkerde	8,08
Talkerde	1,16
Wasser	0,60
	99,90.

Ich habe hierbei sämmtliches Eisen als Eisenoxyd in Rechnung gebracht; weiter unten werde ich mich jedoch näher über die Oxydationsstufe desselben in diesem Minerale aussprechen. Eine auffallende Erscheinung beim Cerin ist die geringe Quantität Lanthan im Verhältnifs zu der des Cers. Ich behandelte jedoch das Gemenge beider ganz auf die nämliche Weise wie zuvor, so dafs hierdurch kein Irrthum entstehen konnte.

Chemische Formeln.

Man erhält erst den richtigen Ueberblick über die chemische Constitution eines Minerals, wenn man seine isomorphen Bestandtheile zusammen gruppirt, und sie unter *eine gemeinsame* Formel bringt. Ich werde deshalb

die schon angeführten analytischen Resultate meiner un anderer Analysen noch einmal in der Weise wieder ge ben, dafs dabei auf Isomorphie und Atomenverhältniss Rücksicht genommen ist. Natürlich können hierbei nu die genaueren Analysen in Betracht kommen, die nac neuen sicheren Methoden ausgeführt wurden.

I. Allanit.

a) Auflösliche isomere Varietät.

1) Stromeyer; von Grönland:

			Atomenwerthe.
Kieselerde	33,02		5,72
Thonerde	15,22		2,37
Eisenoxydul	15,10	3,44	
Ceroxydul	21,60	3,20	9,84
Manganoxydul	0,40	0,09	
Kalk	11,08	3,11	

2) Scheerer; von Jotun-Fjeld:

I.

Kieselerde	34,69		6,00
Thonerde	15,58		2,42
Eisenoxydul	14,42	3,28	
Ceroxydul und Lanthanoxyd	19,65	2,91	
Manganoxydul	1,55	0,42	10,30
Kalkerde	11,90	3,34	
Talkerde	1,09	0,35	

II.

Kieselerde	35,15		6,09
Thonerde	16,23		2,53
Eisenoxydul	15,55	3,54	
Ceroxydul	13,34	2,83	
Lanthanoxyd	5,80		10,27
Manganoxydul	0,98	0,22	
Kalkerde	12,02	3,38	
Talkerde	0,78	0,30	

b) Unauflösliche isomere Varietät.

1) Scheerer; von Snarum:

I.

			Atomenwerthe.
Kieselerde	35,75		6,20
Thonerde	15,49		2,41
Eisenoxydul	15,19	3,46	
Ceroxydul und Lanthanoxyd	19,96	2,96	9,86
Kalkerde	11,25	3,16	
Talkerde	0,77	0,30	

II.

Kieselerde	34,00		5,90
Thonerde	16,40		2,55
Eisenoxydul	15,51	3,53	
Ceroxydul	13,73	3,14	10,17
Lanthanoxyd	7,50		
Kalkerde	11,75	3,30	
Talkerde	0,56	0,20	

Schon beim ersten Blick auf diese Atomenverhält-
e überzeugt man sich, dafs diese Mineralien dreier
chiedener Fundorte ganz nach demselben Principe
mmengesetzt sind. Kieselerde, Thonerde, und die
ıd 1atomigen Basen stehen in allen in dem Atomen-
ältnisse von 5 : 2 : 9, welches keine Formel natür-
:r ausdrückt als:

$$2\dddot{Al}\dddot{Si} + 3\left.\begin{matrix}\dot{F}^3\\ \dot{C}^3\\ \dot{L}^3\\ \dot{Mg}^3\\ \dot{Ca}^3\\ \dot{Mn}^3\end{matrix}\right\}\dddot{Si}$$ [1])

[1]) Anstatt des Gliedes:

wo si also die Basen beider Glieder auf gleicher S
tigungsstufe, nämlich als Drittel-Silicate, befinden.

II. Orthit.

1) Berzelius; von Finbo:

			Atomenwerthe:
Kieselerde	36,25		6,27
Thonerde	14,00		2,18
Eisenoxydul	11,42	2,60	
Ceroxydul	39	2,58	
Yttererde	80	0,76	7,61
Manganoxydul	36	0,30	
Kalkerde	89	1,37	

2) Berzelius; ottliebsgange:

Kieselerde	00		5,54
Thonerde	80		2,30
Eisenoxydul	12,44	2,83	
Ceroxydul	19,44	2,88	
Yttererde	3,44	0,68	9,35
Manganoxydul	3,40	0,76	
Kalkerde	7,84	2,20	

$$3\left\{\begin{matrix}\dot{Fe}^3\\ \dot{Ce}^3\\ \dot{L}^3\\ \dot{Mg}^3\\ \dot{Ca}^3\\ \dot{Mn}^3\end{matrix}\right\}\dddot{Si}$$

welches später noch oft vorkommen wird, sollte man eigentlich schreib

$$\dot{Fe}^3\dddot{Si}+\left.\begin{matrix}\dot{Ce}^3\\ \dot{L}^3\end{matrix}\right\}\dddot{Si}+\dot{Ca}^3\dddot{Si}$$

indem Eisenoxyd, Ceroxydul und Kalkerde stets, der Hauptsache n in denselben Verhältnissen vorkommen und nur kleine Mengen ders ben durch $\dot{Mg}$, $\dot{Mn}$ ersetzt sind. Der Kürze wegen habe ich erst Schreibart vorgezogen.

II.

			Atomenwerthe.
Kieselerde	32,18		5,58
Thonerde	14,81		2,31
Eisenoxydul	12,38	2,82	
Ceroxydul	20,51	3,04	
Yttererde	2,87	0,57	9,41
Manganoxydul	3,36	0,75	
Kalkerde	7,96	2,23	

3) Scheerer; von Fille-Fjeld:

Kieselerde	34,93		6,00
Thonerde	14.26		2,22
Eisenoxydul	14,90	3,40	
Ceroxydul	21,43	3,18	
Yttererde	1,91	0,38	
Manganoxydul	0,85	0,19	10,40
Kalkerde	10,42	2,92	
Talkerde	0,86	0,33	

Von den vier angeführten Analysen stimmen die drei letzteren sehr gut mit einander überein, und geben das Atomenverhältnifs von Kieselerde zu Thonerde und den 1atomigen Basen wie 5 : 2 : 9; also gerade dasselbe wie beim Allanit; und folglich würde die Formel für den Orthit:

$$2\dddot{Al}\,\dddot{Si}+3\left.\begin{matrix}\dot{Fe}^3\\ \dot{Ce}^3\\ \dot{L}^3\\ \dot{Y}^3\\ \dot{Mg}^3\\ \dot{Mn}^3\\ \dot{Ca}^3\end{matrix}\right\}\dddot{Si}.$$

Der Orthit ist also nicht wesentlich vom Allanit verschieden, sondern nur in sofern, als in ihm die Yttererde als isomorpher Bestandtheil auftritt. Wie wenig diefs aber für die Natur des Minerals entscheidend sey,

geht daraus hervor, dafs offenbar ein Uebergang aus dem Orthit in den Allanit stattfindet. Der Orthit von Finbo enthält etwa vier, der Orthit vom Gottliebsgange etwa drei und der vom Fille-Fjeld nur gegen 2 Proc. Yttererde; und es könnte leicht der Fall seyn, dafs man einen Orthit fände, welcher nur Spuren von Yttererde enthielte, und also ganz auf der Gränze zwischen Orthit und Allanit stehen würde.

Was den Orthit von Finbo betrifft, so stimmt seine Zusammensetzung nur wenig mit der der übrigen; allein sie ist ihnen doch ähnlich genug, um die Verwandtschaft dieses Minerals mit den andern Orthiten deutlich zu erkennen. Ehe wir uns bemühen für diese Varietät eine besondere Formel ausfindig zu machen, könnte es wohl natürlicher seyn den Grund jener Abweichung in einer möglichen Einmengung eines fremden Minerals oder vielleicht auch in einer Verwitterung zu suchen. Für letzteres würde der hohe Kieselerdegehalt und die große Menge des Wassers sprechen.

III. Cerin.

1) Hisinger; von Riddarhyttan:

			Atomenwerthe:
Kieselerde	30,17		5,22
Thonerde	11,31		1,76
Eisenoxydul	18,65	4,25	10,69
Ceroxydul	26,22	3,88	
Kalkerde	9,12	2,56	

2) Scheerer; von eben daher:

Kieselerde	32,06		5,55
Thonerde	6,49		1,01
Eisenoxydul	22,73	5,18	11,79
Ceroxydul	23,80	3,89	
Lanthanoxyd	2,45		
Kalkerde	8,08	2,27	
Talkerde	1,16	0,45	

Ich habe hierbei das Eisen als Oxydul in Rechnung gebracht, weil Hisinger vermuthet, dafs es als solches im Mineral enthalten sey. Ich werde jedoch zeigen, dafs man diefs nicht wohl annehmen könne, sondern dafs uns die Umstände auf eine andere Ansicht führen. Sowohl Hisinger's als meine Analyse weichen quantitativ von der des Allanits ab, obgleich dieselben Bestandtheile darin auftreten. Wenn wir aber auch annehmen, dafs darin ein anderes Mineral sey, dem folglich eine andere Formel zukomme, so geben die berechneten Atomenverhältnisse durchaus kein genügendes Resultat. Durch die Vergleichung beider Analysen findet man, aufser kleineren Abweichungen, hauptsächlich darin einen erheblichen Unterschied, dafs Hisinger 5 Proc. Thonerde mehr angiebt als ich gefunden habe. Ich habe mich hierbei durch mehrfache Versuche überzeugt, dafs bei meiner Analyse keine Thonerde bei den übrigen Bestandtheilen, namentlich nicht beim Eisen, zurückgeblieben ist. Wenn wir aber die Richtigkeit beider Analysen anerkennen, und nicht annehmen wollen, dafs der Cerin ein Gemenge von Mineralien sey, wofür seine krystallinische Beschaffenheit durchaus nicht spricht, so bleibt nichts übrig als die Vermuthung, dafs die Thonerde in diesem Minerale durch einen mit ihr isomorphen Körper theilweis ersetzt werde. Diefs kann nun keiner mit gröfserer Wahrscheinlichkeit seyn als Eisenoxyd. Auch die bräunliche Farbe des Pulvers spricht für diese Oxydationsstufe des Eisens. Es fragt sich jetzt aber, ob wir die *ganze Quantität* des Eisens als Oxyd annehmen sollen oder nur *einen Theil* davon. Durch einen directen Versuch überzeugte ich mich, dafs auch Eisenoxydul im Minerale vorhanden sey. Wird dasselbe nämlich fein gepulvert und mit Schwefelsäure gekocht, so erhält man es theilweis aufgeschlossen. Die hierdurch erhaltene Auflösung giebt alsdann mit Kalium-Eisen-Cyanid einen reichlichen Niederschlag von Berlinerblau. Steht es nun fest, dafs der

Cerin sowohl Eisenoxyd als Eisenoxydul enthält, so handelt es sich jetzt blofs um deren relative Menge. Leider kann diese durch einen Versuch nicht ausgemittelt werden, da das Mineral zur vollständigen Zerlegung mit kohlensaurem Natron geschmolzen werden mufs. Da aber, nach den schon angeführten Untersuchungen des Hrn. Prof. G. Rose die Krystallform des Cerins dieselbe ist wie die des Allanits, so ist es sehr natürlich beide Mineralien nach derselben Formel zusammengesetzt zu vermuthen, und folglich so viel Eisen als Eisenoxyd zu berechnen, als erfordert wird, um die 2 At. Thonerde des Allanits zu ergänzen. Der Erfolg dieses Verfahrens wird uns am besten über dessen Richtigkeit belehren. Folgendes sind die Resultate, welche sich ergeben, wenn man beide Analysen nach dieser Ansicht berechnet:

1) Hisinger, von Riddarhyttan:

			Atomenwerthe:
Kieselerde	30,17		5,23
Thonerde	11,31	1,76	2,09
Eisenoxyd	3,23	0,33	
Eisenoxydul	15,72	3,58	10,02
Kalkerde	9,12	2,56	
Ceroxydul	26,22	3,88	
(Wasser u. zufällig. Kupferoxyd	1,27)		

2) Scheerer; von Snarum;

Kieselerde	32,06		5,55
Thonerde	6,49	1,01	2,22
Eisenoxyd	11,86	1,21	
Eisenoxydul	12,03	2,74	9,35
Kalkerde	8,08	2,27	
Ceroxydul	23,80	3,89	
Lanthanoxyd	2,45		
Talkerde	1,16	0,45	
(Wasser	6,60)		

Man kann wohl sagen, dafs der Ausfall meine Hypothese gerechtfertigt habe. Beide Analysen geben sehr nahe das Atomenverhältnifs von 5 : 2 : 9, und folglich kann man, mit Zuziehung der andern angeführten Gründe, wohl mit grofser Wahrscheinlichkeit behaupten, *dafs Cerin, Allanit und Orthit nur durch Isomorphie von einander verschieden seyen.* Die Formel für den Cerin würde demnach:

$$2\left.\begin{matrix}\dddot{Al}\\\dddot{Fe}\end{matrix}\right\}\dddot{Si}+3\left.\begin{matrix}\dot{Ce}^3\\\dot{Fe}^3\\\dot{Ca}^3\\\dot{Mg}^3\\\dot{L}^3\end{matrix}\right\}\dddot{Si}.$$

Die Analyse des Cerins aus Mysore von Wollaston hat zu viel Verlust, als dafs man einen zuverlässigen Schlufs auf die Zusammensetzung dieses Minerals machen könnte. Dennoch will ich die stöchiometrische Berechnung zur Vergleichung hier anführen:

			Atomenwerthe.
Kieselerde	34,00		5,88
Thonerde	9,00	1,40	2,35
Eisenoxyd	8,36	0,95	
Eisenoxydul	21,27	4,84	7,77.
Ceroxydul	19,80	2,93	

Es ergiebt sich hieraus also wenigstens eine Annäherung zum obigen Verhältnisse, die vielleicht gröfser seyn würde, wenn der stattgefundene Verlust nicht über 7 Proc. betrüge.

IV. Orthit von Ytterby.

Ich führe diese Varietät des Orthits deshalb besonders auf, weil die Analysen von Berlin mir zu beweisen scheinen, dafs sie eine eigene Species in dieser Klasse von Mineralien bilde. Die verschiedenen Quantitäten

von Thonerde, welche Berlin bei zwei Analysen fand, scheinen es auch hier wahrscheinlich zu machen, dafs Eisenoxyd der ergänzende Bestandtheil sey. Ich werde deshalb die Atomenverhältnisse, nach diesem Principe berechnet, anführen:

I.

			Atomenwerthe.
Kieselerde	36,24		6,28
Thonerde	8,18	1,27	2,30
Eisenoxyd	9,06	1,03	
Yttererde	29,81	5,94	8,56
Ceroxydul	4,98	0,74	
Kalkerde	5,48	1,54	
Talkerde	0,61	0,24	
Kali u. Natron	0,61	0,10	

II.

Kieselerde	33,60		5,82
Thonerde	12,58	1,96	2,33
Eisenoxyd	3,62	0,37	
Eisenoxydul	10,23	2,33	10,57
Yttererde	20,83	4,15	
Ceroxydul	4,56	0,67	
Kalkerde	9,59	2,70	
Talkerde	1,60	0,62	
Kali u. Natron	0,62	0,10	

Die Analyse I giebt kein gutes Resultat, während dagegen die Analyse II mit der gröfst möglichen Schärfe das Atomenverhältnifs 5 : 2 : 9 repräsentirt. Wenn ich daher die Formel:

$$2\left.\begin{matrix}\dddot{Al}\\ \dddot{Fe}\end{matrix}\right\}\ddot{Si}+3\left.\begin{matrix}\dot{Y}^3\\ \dot{Ce}^3\\ \dot{L}^3\\ \dot{F}^3\\ \dot{Ca}^3\\ \dot{Mg}^3\end{matrix}\right\}\ddot{Si}$$

für den Orthit von Ytterby aufstelle, will ich die Richtigkeit derselben gerade nicht mit derselben Bestimmtheit behaupten, wie beim Cerin, sondern nur deren *Wahrscheinlichkeit* hervorheben. Da diefs Mineral durch Säuren zerlegbar ist, so wird man analytisch die relativen Mengen von Eisenoxyd und Eisenoxydul ausmitteln und dadurch die Wahrheit meiner Vermuthung prüfen können.

V. Gadolinit.

Betrachten wir sämmtliche vorher angeführte Analysen von Gadoliniten, so scheinen daraus zwei wesentliche Unterschiede dieser Mineralien hervorzugehen. Es sind diefs nämlich die *beryllerdefreien* und die *beryllerdehaltigen* Gadolinite. Da die Beryllerde als eine 2- und 3atomige Base betrachtet wird, so mufs sie in den beryllerdehaltigen Gadoliniten ein besonderes Glied bilden, welches von dem der 1- und 1atomigen Basen verschieden ist. Allein diese Erde tritt in so abweichenden Mengen auf, dafs diese Annahme noch nicht hinreicht. Es müfste alsdann noch in den Gadoliniten ein Bestandtheil vorkommen, welcher die fehlenden Mengen der Beryllerde ersetzte, wozu sich, ähnlich wie beim Cerin, kein mehr wahrscheinlicher Bestandtheil fände als Eisenoxyd. Jedoch die so abweichend gefundenen Mengen von Beryllerde könnten auch noch in einem anderen Umstande ihren Grund haben. Das von Hrn. Grafen Schaffgotsch entdeckte Verhalten einer Auflösung von Beryllerde in kaustischer Kalilauge beim Kochen, kann bei diesen Analysen sehr leicht bewirkt haben, dafs der Beryllerdegehalt zu gering und der Gehalt an Eisenoxydul deshalb zu grofs gefunden wurde. Bei der Anwendung des bernsteinsauren Ammoniaks als Fällungsmittel des Eisens hat man aber ein noch ungenaueres Resultat erhalten; denn wenn man die eisenoxydhaltige Auflösung so weit durch Ammoniak sättigt, als es zur genauen Fällung des Eisenoxyds zu geschehen pflegt, so schlägt bern-

steinsaures Ammoniak zugleich auch die Beryllerde nieder. Da ich aber voraussetze, dafs man sich des bernsteinsauren Ammoniaks, wo es überhaupt angewendet wurde, nicht eher werde bedient haben, als bis man sich durch kaustisches Kali von der Abwesenheit der Beryllerde überzeugt hatte, und da beim Kochen der Kalilauge zwar *ein Theil*, aber *nicht alle* Beryllerde niedergeschlagen wird, so können einzelne der Analysen wohl zu wenig Beryllerde angeben; allein die Anwesenheit derselben kann nicht gänzlich übersehen worden seyn. Trotz dem früher nicht bekannten Verhalten der Beryllerde gegen Kaliauflösung, ist es daher dennoch sehr wahrscheinlich, dafs es *beryllerdefreie* und *beryllerdehaltige* Gadolinite giebt. Zu den ersteren würden gehören; 1) der Gadolinit von Finbo, 2) der von Brodbo, 3) der von Ytterby; zur zweiten Klasse dagegen die Gadolinite: 1) von Kårarfvet, 2) von Fahlun, 3) von Hitterön und 4) der von Thomson und Steele analysirte Gadolinit von unbekanntem Fundorte. Allein nur in dem Gadolinit von Hitterön, da mir jenes Verhalten der Beryllerde bekannt war, wissen wir deren Quantität mit Zuverlässigkeit.

Betrachten wir also jetzt zuerst die beryllerdefreien Gadolinite, und sehen wir, welchen Atomenverhältnissen ihre Bestandtheile entsprechen.

1) Berzelius; von Finbo:

			Atomenwerthe.
Kieselerde	25,80		4,47
Yttererde	45,00	8,95	
Ceroxydul	16,69	2,47	13,76
Eisenoxydul	10,26	2,34	

2) Derselbe; von Brodbo:

Kieselerde	24,16		4,19
Yttererde	45,93	9,13	
Ceroxydul	16,90	2,50	14,21
Eisenoxydul	11,34	2,58	

3) Berlin; von Ytterby:

I.

			Atomenwerthe.
Kieselerde	25,62		4,44
Yttererde	50,00	9,94	
Ceroxydul	7,90	1,17	
Eisenoxydul	14,44	3,29	14,97
Kalkerde	1,30	0,36	
Talkerde	0,54	0,21	

II.

Kieselerde	25,26		4,38
Yttererde	45,53	9,05	
Ceroxydul	6,08	0,90	14,71
Eisenoxydul	20,28	4,62	
Kalkerde	0,50	0,14	

Ich glaube, dafs es nicht zu viel gewagt sey, wenn n annimmt, dafs das Atomenverhältnifs der Kieselerde den Basen in diesen Mineralien wie 1 : 3 ist. Die alyse des Gadolinits von Finbo stimmt hiermit sehr : überein, und wenn es die andern weniger thun, nämı meist einen Ueberschufs an Basen geben, so kann fs möglicherweise darin seinen Grund haben, dafs die ılysirten Gadolinitstücke mit Magneteisen fein durchengt waren, wie ich vorhin eines gleichen Falles beim anit von Jotun-Fjeld gedacht habe. Noch wahrscheinıer wird diefs dadurch, dafs ich in einem Stücke Galinit von Ytterby wirklich fein eingesprengtes Magneten gefunden habe, welches sich, beim Pulvern des nerals durch den Magnet ausziehen liefs. Durch das ıfse Ansehen wurde diese fremdartige Beimengung durchs nicht verrathen. Das Stück, obwohl auf einigen Stelı etwas verwittert und mit einem Anflug von kohlenırer Yttererde überzogen, war an andern vollkommen nzend und homogen. Es ist also sehr leicht diese ımischung zu übersehen, und alsdann mufs natürlich

die Menge der Basen im Verhältnifs zur Kieselerde zu grofs ausfallen.

Was nun die beryllerdehaltigen Gadolinite anbetrifft, so läfst sich über deren stöchiometrische Constitution nicht eher etwas mit Gewifsheit sagen, als bis deren Beryllerdegehalt mit gröfserer Genauigkeit erforscht ist. Den Gadolinit von Hitterön untersuchte ich auch zugleich auf den relativen Gehalt von Eisenoxyd und Eisenoxydul. Eine fein gepulverte Quantität desselben wurde nämlich in einer Göttinger Flasche mit Salzsäure übergossen, und zugleich etwas kohlensaures Ammoniak in Stücken hinzugesetzt, um die Flasche mit einer Atmosphäre von Kohlensäure zu füllen. Darauf wurde das Ganze zur völligen Zersetzung erwärmt, und dann feste kohlensaure Baryterde hineingeworfen, um nach der Methode von Fuchs das Eisenoxyd zu fällen, während das Eisenoxydul aufgelöst blieb. Nach einem schnellen Aufkochen wurde schnell filtrirt. Das Eisenoxyd wurde nachher von der überschüssig hinzugesetzten kohlensauren Baryterde getrennt und das Eisenoxydul aus der durchfiltrirten Flüssigkeit abgeschieden, nachdem es vorher in Oxyd umgewandelt worden war. Es wurden auf diese Weise 1,23 Proc. Eisenoxyd erhalten, und die Zusammensetzung des Gadolinits von Hitterön wäre demnach:

Kieselerde	25,78
Beryllerde	9,57
Eisenoxyd	1,23
Eisenoxydul	11,68
Yttererde	45,67
Ceroxydul und Lanthanoxyd	6,56
Kalkerde	0,34.

Rechnet man nun das Eisenoxyd als isomorphen Bestandtheil zur Beryllerde, und versucht ein einfaches Atomenverhältnifs zwischen Kieselerde, den 2- und 3atomigen, und den 1- und 1atomigen Basen zu finden, so glückt diefs durchaus nicht, sondern man bekommt sehr

unwahrscheinliche Formeln. Es fragt sich daher, ob jene kleine Quantität Eisenoxyd nicht von einer theilweisen Verwitterung des Minerals herrühre, oder ob sich nicht eine Quantität Eisenoxydul während jener Trennungsmethode höher oxydirt habe? Aber auch selbst wenn man die Beryllerde als einzigen 2- und 3atomigen Bestandtheil annimmt, ergiebt sich noch keine Formel. Rechnet man dagegen die Beryllerde zu den 1- und 1atomigen Basen, so erhält man dasselbe ganz einfache Atomenverhältnifs wie beim beryllerdefreien Gadolinit, nämlich 1 : 3. Es würde diefs also sehr dafür sprechen, dafs man die Beryllerde als 1- und 1atomige Base betrachten müsse, wie schon v. Kobell es seit längerer Zeit thut. Für diese Ansicht spricht auch die Thatsache, dafs sie nicht durch Kochen mit kohlensaurem Baryt aus ihrer Auflösung gefällt wird, was doch mit Eisenoxyd und Thonerde der Fall ist. In dem gefällten Eisen war zwar etwas Beryllerde enthalten; allein beiweitem die gröfste Menge blieb aufgelöst. Ich halte jedoch diese Gründe für nicht entscheidend genug, um mit Bestimmtheit jene Ansicht zu begründen.

So viel scheint mir ausgemacht, dafs der beryllerdefreie Gadolinit nach der Formel:

$$\left.\begin{matrix}\dot{Y}^3 \\ \dot{Ce}^3 \\ \dot{Fe}^3\end{matrix}\right\} \dddot{Si}$$

zusammengesetzt ist. Dafs in ihm die fehlende Beryllerde nicht durch Eisenoxyd ersetzt ist, habe ich durch einen directen Vergleich bewiesen, indem ich Gadolinit von Finbo auf die beschriebene Weise mit kohlensaurer Baryterde behandelte, wodurch nur eine ganz unbeträchtliche Spur Eisenoxyd abgeschieden wurde. Auch Ceroxyd ($\dddot{Ce}$) enthielt dieser Gadolinit nicht, was daraus hervorging, dafs eine fein gepulverte Quantität desselben mit concentrirter Salzsäure übergossen und ein Gold-

blatt hinzugesetzt, nach 24stündigem Stehen keine goldhaltige Auflösung gab, die durch Zinnchlorür ihre Farbe im geringsten veränderte. Wenn man also die Beryllerde als 2- und 3atomige Base betrachtet, so folgt daraus, dafs der beryllerdefreie und der beryllerdehaltige Gadolinit zwei Mineralien von ganz verschiedenen Formeln seyen. Ich gestehe jedoch, dafs ich diefs nicht glaube. Völlige Aufklärung über diesen zweifelhaften Punkt kann man nur durch sorgsame Wiederholung der Analysen der verschiedenen Gadolinite erhalten, wobei vorzüglich Folgendes zu beobachten wäre:

1) Dafs man sich versicherte, keinen magneteisenhaltigen Gadolinit zu analysiren.
2) Dafs man zur Trennung der Beryllerde nur kalte Kalilauge anwendete.
3) Dafs man bei der Trennung der Yttererde vom Cer und Lanthan sich vorsähe, dafs bei der letzteren keine Yttererde zurückbliebe. Wie man diefs so viel als möglich verhüten könne, ist oben erwähnt worden.
4) Endlich, dafs man berücksichtigte, dafs eine Quantität Eisen auch als Eisenoxyd im Minerale enthalten seyn kann.

Aufserdem sollten auch noch zuvor genau die Atomengewichte des Cers und Lanthans ausgemittelt seyn, da es scheint als fänden sich beide Metalle nicht in dem gewöhnlichen Verhältnisse von 2 : 1 in den Gadoliniten. Aber nur etwa für dieses Verhältnifs pafst das bisher angenommene Atomengewicht des Cers. Sehr gern hätte ich alle diese zweifelhaften Punkte noch durch Versuche aufgeklärt, wenn es mir nicht durch Mangel an Zeit und Material unmöglich gemacht worden wäre. Auch in den nächsten zwei Jahren sehe ich keine Gelegenheit hierzu ab, und es sollte mich daher sehr freuen, wenn irgend ein Freund analytischer Mineraluntersuchungen sich diefs schwierige, aber gewifs sehr interessante und

in seinen Folgen fruchtbare Thema zum Gegenstande einer Arbeit wählen wollte.

Ueber einige merkwürdige Erscheinungen beim Glühen dieser Mineralien.

Es ist eine bekannte Thatsache, dafs ein Stück Gadolinit, bis zum dunkeln Rothglühen erhitzt, plötzlich eine Lichtentwicklung, ähnlich einer Verglimmung, zeigt. Auch der Gadolinit von Hitterön zeigt diese merkwürdige Erscheinung. Wendet man hierzu grofse Stücke an, welche man in einen theilweis bedeckten Platintiegel legt, um das Mineral (zum besseren Wahrnehmen der Erscheinung) im Dunkeln zu halten, so sieht man, beim Eintreten des erforderlichen Hitzgrades, plötzlich von dem am stärksten erwärmten Punkte des Minerals aus, gleichsam einen Feuerstrom sich durch dasselbe bewegen. Man hat vermuthet, dafs diefs von einer veränderten Anordnung der Atome herrühre, ohne jedoch näher auf den eigentlichen Hergang hierbei einzugehen. Nach meinen Versuchen hierüber wird eine solche Atomenversetzung sehr wahrscheinlich gemacht, und zwar keine blofse Aenderung der relativen Lage derselben, sondern eine wirkliche Aneinanderrückung. Der Gadolinit von Hitterön verändert nämlich nach jenem Erglühen sein specifisches Gewicht ziemlich bedeutend. Vor dem Glühen fand ich dasselbe gleich 4,35 und nach demselben 4,63. Es hat sich also um 0,28 vergröfsert, woraus folgt, dafs der Gadolinit nach eingetretener Lichterscheinung nur 0,9395 seines vorigen Raumes einnimmt. Ich wendete zu den Versuchen hierüber jedesmal Quantitäten von etwa 3,5 Grm. an, so dafs diese Zahlen hinreichende Zuverlässigkeit haben. Auch beobachtete ich die Vorsicht, den geglühten Gadolinit, welcher voller ganz feiner Sprünge war, vorher zu pulvern, um kein zu geringes *spec.* Gewicht zu erhalten. Jedoch ward

hierdurch nur eine geringe Veränderung des Resultats bewirkt. Das spec. Gewicht der geglühten Stücke war 4,61 und das des Pulvers derselben 4,63.

Dieses interessante Verhalten des Gadolinits leitete mich darauf, dieselbe Eigenschaft auch bei anderen Mineralien zu suchen. Zuerst prüfte ich die von mir in dieser Abhandlung beschriebenen, und fand, dafs der Orthit von Fille-Fjeld und der Allanit von Jotun-Fjeld ganz dieselbe Erscheinung zeigen. In der folgenden kleinen Zusammenstellung hat man eine Uebersicht der Gewichtsverhältnisse und der Gröfse der Contraction dieser drei Mineralien:

	Specifisches Gewicht		Volumverminderung.
	vor der Feuererscheinung	nach der Feuererscheinung	
Gadolinit, von Hitterön	4,35	4,63	0,9395
Orthit, von Fille-Fjeld	3,65	3,94	0,9264
Allanit, von Jotun-Fjeld	3,54	3,76	0,9417

Man ersieht hieraus, dafs die Volumverminderung eine fast gänzlich constante ist, nämlich sich etwa dem Bruchtheil 0,94 nähernd. Dafs übrigens diefs Phänomen nicht in dem Entweichen flüchtiger Bestandtheile dieser Mineralien begründet ist, ergiebt sich daraus, dafs der Gadolinit so gut wie gar nichts an seinem absoluten Gewichte verliert. 3,390 Grm. Gadolinit wogen nach dem Glühen 3,384 Grm. Die beiden andern Mineralien enthalten zwar mehr Wasser, jedoch, wie man aus den vorn angeführten Analysen ersieht, ebenfalls nur unbeträchtliche Quantitäten. Jedenfalls lege ich jedoch auf meine Versuche mit dem Gadolinit das gröfste Gewicht, weil er einerseits beim Glühen sein absolutes Gewicht fast gar nicht ändert, und andererseits, weil mir gröfsere und

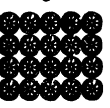
reinere Stücke davon zu Gebote standen, als von irgend einem der übrigen Mineralien.

Was den Allanit von Snarum und den Cerin von Riddarhyttan betrifft, so zeigen dieselben nach dem Glühen nur unbedeutende Veränderungen des spec. Gewichts; allein *sie besitzen auch nicht jene ausgezeichnete Eigenschaft des plötzlichen Erglühens.* Das spec. Gewicht des ersteren Minerals ist =3,79 und das des letzteren =3,77—3,80, also fast ganz dasselbe als das des ersteren. Diesem spec. Gewicht (wie man aus der obigen kleinen Tabelle sieht) nähern sich aber die spec. Gewichte des *geglühten* Allanits von Jotun-Fjeld und des *geglühten* Orthits von Fille-Fjeld bedeutend. In der That sind diese Mineralien durch das Glühen auch in anderer Hinsicht in die ersteren übergegangen; *denn nach dem Eintreten der Feuererscheinung sind beide so wenig aufschliefsbar durch Säuren wie der ungeglühte Allanit von Snarum und der ungeglühte Cerin von Riddarhyttan.* Also: *das Vermögen eines Minerals von Säuren aufgelöst zu werden, hängt nicht blofs von der Beschaffenheit seiner Bestandtheile ab, sondern auch von der engeren oder weiteren Gruppirung der Atome.*

Die annähernde Constanz in der Volumveränderung der pyrognomischen Körper (wie man diejenigen nennen könnte, welche beim Erhitzen, ohne wirkliches Verbrennen »feuererzeugend« sind) führte mich darauf, den Grund dieser Erscheinung näher zu durchdenken. Die dynamische Ansicht von der Beschaffenheit der Materie giebt hierzu durchaus keinen Anhaltspunkt, und man ist gezwungen sich zur atomistischen zu wenden. Denken wir uns zuerst, was das Natürlichste seyn wird, alle Atome als Kugeln von gleicher Gröfse, so können dieselben *in einer Fläche* hauptsächlich auf zweierlei Weise geordnet seyn, nämlich:

1) dafs je eine Kugel von vier andern (Fig. I) und

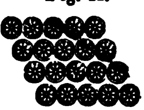
Fig. I.



2) dafs jede derselben von sechs andern berührt wird (Fig. II).



Fig. II.



Einen Körper können wir nun als aus vielen solchen über einander geschichteten Atomenlagen zusammengesetzt betrachten. Berücksichtigen wir jetzt nur die Atomengruppirung von Fig. II. Das Uebereinanderschichten solcher Atomenlagen kann auf dreierlei Weise geschehen:

a) Dafs Kugel auf Kugel zu ruhen kommt; dafs also eine Senkrechte aus dem Mittelpunkte einer oberen Kugel durch die Mittelpunkte aller unter ihr liegenden geht. In diesem Falle würde jede Kugel ringsum von acht andern berührt werden.

b) Dafs jede Kugel einer oberen Reihe auf zwei der unteren Reihe ruhte, wodurch also jede von zehn Kugeln tangentirt würde.

c) Dafs jede Kugel einer oberen Reihe auf drei unter ihr liegenden ruhte. Alsdann würde jede Kugel von zwölf sie berührenden umgeben seyn.

Letztere Art der Anordnung ist die engste, welche zwischen kugelförmigen Atomen gleicher Gröfse stattfinden kann. Nehmen wir nun an, die Atome des Gadolinits kämen durch jene Feuererscheinung in diese letztere Lage *c*, und sie hätten vorher die nächst engste Gruppirung *b* gehabt, so läfst sich durch eine leichte Rechnung finden, um wie viel sich hierdurch das Volumen des Minerals verändert hat. Durch eine leichte Betrachtung ist nämlich einzusehen, dafs das Volumen

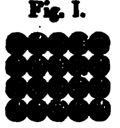
von

von b sich zu dem Volumen von c verhalten müsse wie die Höhe eines gleichseitigen Dreiecks zur Höhe eines regulären Tetraëders, dessen Kanten gleich den Seiten des ersteren sind. Nennen wir die Höhe des gleichseitigen Dreiecks H, die des regulären Tetraëders h, ferner die Seite des ersteren (= der Kante des letzteren) R, und endlich die Volumverminderung von c in Bezug auf $b = V$, so findet man:

$$\text{I.} \quad H = \tfrac{1}{2} R \sqrt{3}$$
$$\text{II.} \quad h = R \sqrt{\tfrac{2}{3}}$$
$$\text{III.} \quad V = \frac{h}{H} = \tfrac{2}{3} \sqrt{2} = 0{,}9432.$$

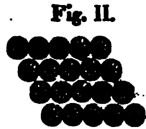
Diefs ist in der That eine merkwürdige Uebereinstimmung mit dem durch Versuche aufgefundenen Coëfficienten. Allein der Zufall ist der gröfste Spötter der Naturwissenschaften. Derselbe könnte auch hier sein Spiel getrieben haben. Es wäre demnach sehr wünschenswerth auch bei andern Allanit- und Gadolinitarten ähnliche Beobachtungen anzustellen. Durch die stets bereite Güte des Hrn. Prof. G. Rose erhielt ich ein Stück Gadolinit von Ytterby von einer für diefs Mineral bedeutenden Gröfse, welches ich zu Versuchen hierüber bestimmte. Leider gab mir dasselbe kein genügendes Resultat, weder ein verneinendes noch ein bejahendes. Obgleich nämlich dieser Gadolinit die Feuererscheinung sehr deutlich zeigte, wurde sein spec. Gewicht hierdurch nur sehr unerheblich verändert. Diefs würde nun meine Theorie sogleich über den Haufen werfen, wenn nicht folgende Umstände hierbei in Betracht kämen: 1) befand sich der angewendete Gadolinit von Ytterby offenbar in einem Zustande theilweiser Zersetzung. Er sah nach dem Glühen nicht mehr homogen aus, sondern war von bräunlichen Streifen durchzogen. Die ungeglühten Stücke waren theilweis mit einem Anflug von kohlensaurer Yttererde bedeckt; 2) war derselbe, obgleich sein

Fig. I.



2) dafs jede derselben von sechs andern berührt wird (Fig. II).

Fig. II.



Einen Körper können wir nun als aus vielen solchen über einander geschichteten Atomenlagen zusammengesetzt betrachten. Berücksichtigen wir jetzt nur die Atomengruppirung von Fig. II. Das Uebereinanderschichten solcher Atomenlagen kann auf dreierlei Weise geschehen:

a) Dafs Kugel auf Kugel zu ruhen kommt; dafs also eine Senkrechte aus dem Mittelpunkte einer oberen Kugel durch die Mittelpunkte aller unter ihr liegenden geht. In diesem Falle würde jede Kugel ringsum von acht andern berührt werden.

b) Dafs jede Kugel einer oberen Reihe auf zwei der unteren Reihe ruhte, wodurch also jede von zehn Kugeln tangentirt würde.

c) Dafs jede Kugel einer oberen Reihe auf drei unter ihr liegenden ruhte. Alsdann würde jede Kugel von zwölf sie berührenden umgeben seyn.

Letztere Art der Anordnung ist die engste, welche zwischen kugelförmigen Atomen gleicher Gröfse stattfinden kann. Nehmen wir nun an, die Atome des Gadolinits kämen durch jene Feuererscheinung in diese letztere Lage *c*, und sie hätten vorher die nächst engste Gruppirung *b* gehabt, so läfst sich durch eine leichte Rechnung finden, um wie viel sich hierdurch das Volumen des Minerals verändert hat. Durch eine leichte Betrachtung ist nämlich einzusehen, dafs das Volum

Aeufseres nichts davon verrieth, innig mit Magneteisenstein durchsprengt, und hatte deshalb kein grünlichgraues Pulver wie der Gadolinit von Hitterön, sondern ein dunkel grauschwarzes; 3) endlich decrepitirten die Stücke bei eintretender Feuererscheinung auf das Heftigste, und verwandelten sich theilweis in einen feinkörnigen Sand. Dieses Phänomen, welches der Gadolinit von Hitterön nicht im Geringsten zeigt, beweist am besten, dafs der Gadolinit von Ytterby sich in einem ganz veränderten Zustande befand.

Die Seltenheit dieser Klasse von Mineralien hat es mir unmöglich gemacht meine Versuche noch weiter auszudehnen, zumal da es hierbei erforderlich ist, gröfsere, von jeder Einmengung freie, und völlig frische Stücke anzuwenden. Ich mufs also jene Thatsachen einstweilen vereinzelt stehen lassen. Die darüber aufgestellte Theorie dürfte wohl erst dann Werth erhalten, wenn mehrfache Versuche sie bestätigten. Ich habe sie deshalb auch nur in ihren Grundzügen ausgesprochen, und werde sie erst dann ausführlicher entwickeln, wenn eine gröfsere Anzahl von Thatsachen für sie spricht. Nur so viel will ich noch andeuten, dafs sich Mitscherlich's schöne Entdeckung von der ungleichen Ausdehnung gewisser krystallisirter Mineralien durch Erwärmung durch eine ähnliche atomistische Theorie erklären läfst.

Ich will jetzt noch einige andere Erscheinungen hier anreihen, die mit dem Glühen dieser Mineralien verbunden sind. Der Gadolinit verliert dadurch seine schwarze Farbe und einen grofsen Theil seiner Undurchsichtigkeit. Er wird bouteillengrün, und man kann jetzt durch die Oberfläche des Minerals ein Stück hineinsehen. Auch die Farbe seines Pulvers hat sich geändert. Sie ist bedeutend blasser, fast weifs geworden, und hat den Stich in's Grüne verloren. Endlich scheint er auch an Härte zugenommen zu haben; jedoch ist diefs schwierig mit Sicherheit zu bestimmen, da die Stücke des geglühten Gadolinits, der vielen feinen Sprünge wegen, äufserst leicht

zerbrechen. Weit weniger auffallend sind diese Farbenveränderungen bei dem Allanit von Jotun-Fjeld. Natürlich kommt es bei der Farbe des Pulvers sehr auf den Grad der Feinheit an; allein beim Gadolinit von Hitterön ist diese Farbenänderung so deutlich, dafs sie keinem Zweifel unterliegt.

Dafs die andern zwei pyrognomischen Mineralien diefs nicht so deutlich zeigen, rührt vielleicht daher, dafs sie mehr färbende Bestandtheile als der Gadolinit enthalten, nämlich etwa 35 Proc. Eisen, Cer und Lanthan, während der Gadolinit nur gegen 15 Proc. davon enthält. Es ist überhaupt höchst merkwürdig, und kann nur von der Anordnung der kleinsten Theile herrühren, dafs der Gadolinit, bei so wenig färbenden Bestandtheilen, eine so dunkle schwarze Farbe besitzt.

Es lag sehr nahe, auch einige Versuche über die specifische Gewichtsveränderung solcher Körper anzustellen, die jene Feuererscheinung nicht zeigen. Bei den bis jetzt von mir untersuchten Körpern, deren Zahl allerdings noch klein ist, war das spec. Gewicht nach dem Glühen dem vor demselben völlig gleich. Nach meiner Theorie liefs sich diefs auch erwarten; denn die Erfahrung lehrt uns, dafs jede Zusammendrückung mit einer Entwicklung von Licht und Wärme verbunden sey. Es werden also wahrscheinlich nur alle pyrognomischen Körper durch Glühen eine Aenderung des spec. Gewichts erleiden. Die Zahl derselben ist nur gering, jedoch könnte sie, wenn man aufmerksamer auf diese Erscheinung seyn wird, wohl noch vermehrt werden. Aufser den angeführten drei Mineralien zeigen noch folgende Körper beim Erhitzen das Phänomen der Lichtentwicklung: Titansäure, Tantalsäure, Eisenoxyd, antimonsaures Kupferoxyd, das Chromoxydul, der Uranotantal, Tschewkinit, Pyrochlor und der Euxenit. Bei dem letzteren Mineral, welches ich in Poggendorff's Annalen, Bd. L Heft 1, beschrieben habe, wurde die Feuererscheinung

am Pulver bemerkt, jedoch hatte ich zu wenig davon, um sie an Stücken zu beobachten. Da sich Titansäure pyrognomisch zeigt, war es zu vermuthen, dafs diefs auch mit Rutil der Fall seyn würde. Ich konnte jedoch an diesem Minerale weder Lichtentwicklung noch Vermehrung des spec. Gewichts wahrnehmen. Eben so zeigte weder Brookit noch Sphen das Phänomen des Erglühens. Flufsspath, welcher bis zum Verschwinden des Phosphorescirens erhitzt worden war, hatte dasselbe spec. Gewicht wie der ungeglühte. Das Phosphoresciren scheint also eine Lichtentwicklung ganz anderer Art zu seyn, als das Erglühen der pyrognomischen Körper.

Einige allgemeine Bemerkungen über Gadolinit, Allanit, Orthit und Cerin.

Fassen wir die von mir in diesem Aufsatze mitgetheilten analytischen Resultate zusammen, so geht daraus hervor, dafs die vier genannten Mineralien einander sehr nahe stehen, und dafs einige derselben vielleicht kaum von einander getrennt zu werden verdienen. Bezeichnen wir mit $\dot{R}$ ein Glied isomorpher Bestandtheile, welches $\dot{Y}$, $\dot{Ce}$, $\dot{L}$, $\dot{Fe}$, $\dot{Ca}$, $\dot{Mg}$, Mn und vielleicht selbst geringe Mengen von $\dot{K}$ und $\dot{N}$ enthalten kann, so ist die Formel des beryllerdefreien Gadolinits:

$$\dot{R}^3 \dddot{Si}.$$

Es spricht viel dafür, dafs der beryllerdehaltige Gadolinit dieselbe Formel habe, oder, mit andern Worten, dafs die Beryllerde eine 1- und 1atomige Base sey; allein durch die bestehenden Thatsachen halte ich diefs bis jetzt noch nicht genugsam erwiesen. Bezeichnet ferner $\dddot{R}$ ein Glied, in welchem vorzugsweise $\dddot{Al}$ auftritt, mehr oder weniger durch $\dddot{Fe}$ ersetzt, so ist die allgemeine Formel für Orthit, Allanit und Cerin:

$$2\dddot{R}\,\dddot{Si} + 3\dot{R}^3\,\dddot{Si}.$$

Durch folgende Umstände entspringen die verschiedenen hiebei betheiligten Mineralien aus dieser Formel:

A. $\dot{R}$ *enthält Yttererde.*	
a) $\dddot{R}$ besteht nur aus Thonerde.	1) Orthit
b) $\dddot{R}$ besteht aus Thonerde und Eisenoxyd	2) Orthit von Ytterby (?)
B. $\dot{R}$ *enthält keine Yttererde.*	
a) $\dddot{R}$ besteht nur aus Thonerde.	
α) Das Mineral ist löslich in Säuren	3) Erste isomerische Form des Allanits (Allanit von Grönland u. Jotun-Fjeld).
β) Das Mineral ist unlöslich in Säuren	4) Zweite isomerische Form des Allanits (Allanit v. Snarum).
b) $\dddot{R}$ enthält sowohl Thonerde als Eisenoxyd	5) Cerin.

Höchst wahrscheinlich hat jedoch die Natur diese Mineralien nicht gesondert, wie es in dieser Aufstellung geschah, sondern es finden bestimmt Uebergänge aus dem einen in's andere statt, wie diefs auch die verschiedenen Mengen Yttererde im Orthit vermuthen lassen. *Vielleicht sind die beiden isomerischen Formen die einzigen wesentlichen Unterschiede, welche bei diesen Mineralkörpern hervorzuheben sind.* Alsdann würden Orthit, Orthit von Ytterby, Allanit von Grönland und Jotun-Fjeld zur ersten in Säuren löslichen, und Allanit von Snarum nebst Cerin zur zweiten, in Säuren unlöslichen isomeren Modification zu rechnen seyn. Die Mineralien der ersten

Modification dürften alsdann vielleicht alle [1]) durch Glühen, unter Feuererscheinung, in die zweite übergehen.

Zum Schlusse will ich noch ein Verzeichnifs solcher Fundorte dieser Mineralien anführen, welche man bisher noch nicht in den Handbüchern findet. Alle mit einem Stern bezeichneten Fundorte sind von Mineralien aus der sehr ausgezeichneten Sammlung des Hrn. Dr. Tamnau in Berlin hergenommen, dessen Güte ich das Verzeichnifs derselben verdanke.

I. Gadolinit.

Bei diesem Minerale sind nur folgende zwei Fundorte, als noch nicht allgemein bekannt, hinzuzufügen:

* 1) Lallarfved, bei Fahlun.

2) Hitterön, bei Flekkefjord im südlichen Norwegen.

II. Orthit und Allanit.

In Norwegen:

* 1) Ramfossen, bei Snarum; in weifsem Feldspath.

2) Lofthuus, bei Snarum; mit Albit, Hornblende, Apatit und Quarz.

* 3) Brewig; im Zirkonsyenit.

* 4) Laurvig; im weifsen Feldspathe des Zirkonsyenits.

* 5) Arendal; mit rothem Albit.

* 6) Fredriksvärn; mit rothem Eläolith aus dem Zirkonsyenit.

7) Fille-Fjeld; unter unbekannten Verhältnissen.

8) Jotun-Fjeld; mit Albit.

In Schweden:

* 9) Lallarfved, bei Fahlun; mit weifsem Albit.

* 10) Kongsholmen, bei Stockholm, in weifsem Granit mit Zirkon. Auch im Granit des Thiergartens bei Stockholm.

1) Vom Orthit von Fille-Fjeld und Allanit von Jotun-Fjeld habe ich diefs bereits bewiesen.

* 11) Åker, in Södermanland; mit Amphodelith (?) und Pyrosclerit.
* 12) Tunaberg; mit Amphodelith in einem Gemenge von Sahlit, Kalk u. s. w.
* 13) Kärr-Grufva, in Södermanland; mit Magneteisenstein.
* 14) Gulsjö, in Wermeland; im Kalkstein.
* 15) Malsjö, in Wermeland; im Kalkstein.

In Finnland:

* 16) Laurila Sacki; mit grauem Skapolith.
* 17) Hiramdale; mit grauem Skapolith.
* 18) Kimito; mit Idokras im Kalk.
* 19) Sillböhle-Eisengrube; in rothem Feldspath.
* 20) Helsinge; in rothem Albit.

In Nord-Amerika:

* 21) North-Killinge, in Connecticut; in grauem Granit.
* 22) Stonington, in Connecticut; in demselben Gestein.
* 23) Royalstone, in Massachusets; im Albit-Granit.
* 24) Haddam, in Connecticut; in dem bekannten Granitgange.
* 25) Bolton, in Massachusets; im Petalit.

Die Mineralien der meisten dieser Fundorte sind allerdings noch nicht hinreichend chemisch untersucht, um sie mit Sicherheit den hier in Rede stehenden anzureihen; allein wenn diefs Verzeichnifs auch nur dazu dient, die Aufmerksamkeit der mineralogischen Chemiker auf diese Klasse von Mineralien zu leiten, so hat es seinen Zweck erfüllt.

Aus der Betrachtung der verschiedenen angeführten Arten des Vorkommens und der Fundorte ergiebt sich, dafs diese Mineralien nur in der nördlichen Erdhälfte gefunden worden sind. Ob diefs Zufall sey, oder ob südlichere Gegenden noch nicht hinreichend durchforscht wurden, will ich einstweilen nicht entscheiden. So viel scheint mir jedoch ausgemacht, dafs diese Mineralkörper nur Erzeugnisse der früheren, vielleicht sogar nur der

frühsten Bildungsperiode unserer Erde sind. Sie gehören gleichsam zu den Erstgebornen unter den Mineralien, wie diefs überhaupt mit allen Mineralkörpern der Fall ist, welche Cer, Lanthan, Yttererde, Beryllerde, Thorerde und noch einige andere seltene Stoffe zu Bestandtheilen haben. Indem aber das Urgebirge wohl in keinen Ländern grofsartiger hervortritt als in Norwegen, Schweden und Nord-Amerika, so kann hierin ganz einfach der Grund ihres dortigen hauptsächlichen Vorkommens liegen. Auch die pyrognomischen Eigenschaften einiger dieser Mineralien giebt Anlafs zu Betrachtungen. Da sich dieselben nämlich in solchen Gebirgsarten finden, von denen wir annehmen, sie seyen einst unter hohem Druck geschmolzen gewesen, so erscheint es sehr paradox, dafs sie unter solchen Verhältnissen nicht schon in jenen erglühten, in Säuren unlöslichen Zustand versetzt worden, in welchem ihre kleinsten Theile in gröfstmöglichste Nähe an einander gerückt sind. Sowohl die angenommene Glühhitze als der hohe Druck müfsten hierauf unfehlbar hingewirkt haben. Dafs diefs nicht geschah läfst sich nur dadurch erklären, dafs die Erdrinde einer höchst langsam fortschreitenden Erkältung unterworfen war, durch welche die Atome dieser Mineralien bewogen wurden jene losere Anordnung zu wählen, welche ihrem einen krystallinischen Zustande entspricht. Eine solche, sich nur schleichend nähernde Erstarrung konnte es auch nur seyn, welche das ganze krystallinische Urgebirge mit seiner zahllosen Menge von Krystallindividuen hervorbrachte. Es ist eine bekannte Thatsache, dafs alle krystallinischen Gebirgsarten bei einer hinreichenden Glühhitze sich schmelzen lassen, aber dann als Gläser und Schlacken erstarren, nicht aber wieder einen krystallinischen Zustand annehmen, der dem vorigen ähnlich ist. Wären wir also im Stande geschmolzenen Granit und erglühten Gadolinit einer solchen sehr allmäligen Abkühlung zu unterwerfen, so ist es sehr wahrschein-

lich, dafs wir den ersteren wieder krystallinisch und den zweiten wieder mit seiner pyrognomischen Eigenschaft erhalten würden. Es fragt sich jetzt noch, wenn wir jene langsame Erstarrung der Erdrinde anerkennen, und daraus die Entstehung der pyrognomischen Mineralien herleiten, wie die Bildung der zweiten isomeren, nicht pyrognomischen Modification des Allanits zu erklären sey? Natürlich nur dadurch, dafs diese Mineralien entweder keine so langsame Abkühlung gehabt haben, oder, was vielleicht wahrscheinlicher ist, nachher einer schnell vorübergehenden Hitze ausgesetzt gewesen sind. Für geognostische Verhältnisse kann diese Betrachtung, bei richtiger Würdigung, von hohem Interesse seyn.

Zuletzt können wir noch die Frage aufwerfen: warum ist es nur die Eigenschaft einer so kleinen Anzahl von Körpern, pyrognomisch zu seyn? Man sollte meinen jedes krystallisirte Mineral müsse durch Hitze, beim Uebergang in den glasartigen Zustand, jene Feuererscheinung zeigen, indem sich seine Atome näher an einander legen. Es kann nun hauptsächlich zweierlei Umstände geben, warum diefs Phänomen nicht bemerkt wird: 1) können die Atome eines Minerals schon so geordnet seyn, dafs sie keiner gröfseren Annäherung fähig sind, und 2) kann der Zustand, wo die Atome sich anders ordnen (wo vielleicht die Krystallisationskraft durch eine andere anziehende Kraft besiegt wird) erst bei einem so hohen Hitzgrade eintreten, dafs wir die Feuererscheinung nicht mehr wahrzunehmen vermögen. Letzteres kann sehr leicht bei allen schwer schmelzbaren Mineralien stattfinden. Dafs aber ersteres zuweilen der Fall ist, kann man daraus schliefsen, dafs einige Mineralien, wie z. B. Vesuvian und Granat, nach den Versuchen von Magnus, im geschmolzenen Zustande ein kleineres spec. Gewicht haben als zuvor. Diese Mineralien können nicht nur keine Feuerentwicklung beim Erhitzen zeigen, sondern sie werden beim eintretenden Schmelzpunkte sogar noch Wärme binden.

III. *Ueber den Kalkspath von 105° 0' Neigung der Rhomboëderflächen; von A. Breithaupt.*

Bei einer neueren Untersuchung der primären *Kalkspathrhomboëder* habe ich unter vielen merkwürdigen Resultaten auch diefs gefunden, dafs die Kalkspäthe aus der Gegend von Prag, als von Kuchelbad, Königssaal u. s. w. nicht den Winkel von 105° 5' haben, wie noch die HH. Mohs und Zippe in ihrem neusten Werke, und gewifs ohne vorausgegangene Untersuchung, angeben, sondern den 105° 0'. Ich führe diese einzelne Thatsache aus mehren Gründen besonders an:

1) War mir dieser Winkel bisher nur als Seltenheit bekannt.
2) Läfst der Prager Kalkspath die genauesten Beobachtungen zu.
3) Wird hiermit Zweiflern an der Verschiedenheit und doch auch Bestimmtheit der primären Kalkspathrhomboëder-Winkel ein Beispiel geboten, sich leicht durch eigene Prüfungen Ueberzeugung zu verschaffen.

Freiberg, am 22. October 1840.

IV. *Greenockit, ein neues Mineral; von A. Breithaupt.*

In den *Edinb. Phil. Journ.* vom Januar bis April 1840 wird dieses neuen Minerals erwähnt[1]), aber an einer mineralogischen Charakteristik desselben fehlt es, meines Wissens, noch ganz. Der Administrator der hiesigen Mineralien-Niederlage, Hr. Buchwald, der in diesem Jahre eine Reise nach England und Schottland unternommen hatte, besuchte selbst die Fundstätte, und brachte etwa 20 bis 30 Kryställchen *Greenockit*, der äufserst sparsam vorkommt, mit, die mir eine genaue Untersuchung gestatteten. Derselbe ward in Schottland, nicht gar fern von Glasgow, zu *Bishopton* in einem Steinbruche an der Küste, Kil-Patrik gegenüber, vom Lord Greenock entdeckt, und vom Hrn. A. Connel chemisch untersucht, welcher den Fund für ein *Schwefel-Cadmium* erkannte. Es ist das erste Mineral in welchem das Cadmium mit entschiedener Selbstständigkeit auftritt, und nicht allein dadurch, sondern auch durch seine Schönheit und auszeichnende Eigenschaften sehr interessant.

Der *Greenockit* besitzt *Demantglanz.*

Die *Farbe* ist *honiggelb*, parallel mit der Axe gesehen dem *Pomeranzgelb* nahe kommend, und mithin von schwachem Dichroismus. Die Farbe des *Strichpulvers* hält das Mittel zwischen pomeranzgelb und ziegelroth, und ist, merkwürdigerweise, intensiver als die äufsere Farbe.

Erscheint meist *durchsichtig* und von starker *doppelter Strahlenbrechung.*

1) Das Wesentlichste aus dieser Nachricht ist bereits auf S. 274 dieses Bandes der Annalen mitgetheilt. *P.*

Nur in Krystallen vorkommend, welche dem *hexagonalen Systeme* angehören, und deren *Charakter der Combinationen* der *holoëdrische* ist. Die Spiegelung der Flächen ist meist so vollkommen, dafs sie nichts zu wünschen übrig läfst. Ich habe die Neigung desjenigen hexagonalen Pyramidoëders, das ich als *Primärform* betrachten mufs, gegen die Basis $=136^\circ\ 23'$ und die Neigung eines andern Pyramidoëders gegen das damit parallele Prisma $=152^\circ\ 19'$ mit einer Genauigkeit gefunden, die es verbürgt, dafs kein über eine Minute betragender Fehler stattgefunden habe. Zugleich zeigt sich eine gute Uebereinstimmung mit dem Gesetze der krystallographischen Progressionstheorie. Ein drittes Pyramidoëder war approximativ und ein viertes sehr steiles gar nicht zu bestimmen. Die beobachteten Gestalten sind folgende:

1) $0P$ die Basis.
2) P die Primärform $= \frac{97}{144} Dh$ [1]) $=139^\circ\ 38'\ 31''$ Neigung der Flächen an Polkanten, $87^\circ\ 13'\ 14''$ Neigung derselben an den Basiskanten. Daraus ändert sich die Neigung von $0P$ auf P ab $=136^\circ\ 23' 23''$.
3) $2P = 127^\circ\ 25'\ 58''$; $124^\circ\ 36'\ 48''$. Hiernach die Neigung von $2P$ auf $\infty P = 152^\circ\ 18'\ 24''$.
4) $\frac{1}{2}P = 155^\circ\ 28'\ 33$; $50^\circ\ 56'\ 18''$.
5) Ein sehr steiles P, vielleicht $4P$ oder $3P$.
6) ∞P das primäre Prisma, stets deutlich.
7) $\infty P'$ das Prisma anderer Richtung, in Spuren.

Die Krystalle zeigen P, $2P$ und ∞P am deutlichsten, und noch die Eigenthümlichkeit des *Hemimorphismus*, denn an einem Ende sind meist alle Gestalten ausgebildet, an dem andern hingegen nur P oder $\frac{1}{2}P$, und hier herrscht zugleich die Basis sehr vor. Es entsteht daraus ein beinahe kegelförmiges Ansehen. Einzeln aufgewachsen.

Die *Spaltbarkeit* ist *primär-prismatisch*, recht deutlich; *basisch*, ziemlich deutlich. Der Bruch ist muschlig.

1) Mein vollständiges Handbuch der Mineralogie, Bd. I S. 274.

Die *Härte* = 4, genau die des Kalkspaths.

Das *specifische Gewicht* wird in dem obigen Journale zu 4,8 angegeben, ich fand es hingegen 4,907 bis 4,909.

Nach dem Reiben etwas elektrisch; aber, wie Hr. Prof. Reich und ich gefunden, nicht thermo-elektrisch. *Beim Erhitzen* wurde jedoch das Mineral schön *roth*, nahm aber während der Abkühlung seine erste honiggelbe Farbe wieder an.

Seinem mineralogischen Charakter zufolge ist das Mineral ein ausgezeichnetes Glied der Ordnung der Blenden, eine *Cadmiumblende*. Einige Aehnlichkeit derselben läfst sich bei Vergleichungen mit der durchsichtigen gelben Zinkblende von Schemnitz in Ungarn, und mit dem in hexagonalen Prismen zwar krystallisirenden, aber nach dem rhombischen Dodecaëder spaltenden Oxysulphuret des Zinks, das in den Ofenbrüchen der Freiberger Schmelzhütten eine gewöhnliche Erscheinung ist, auffinden.

Nach Hrn. A. Connell ist die Mischung des Greenockits ein einfaches Schwefel-Cadmium, d. h. aus gleichen Aequivalenten der zwei Mischungselemente bestehend. Wirklich hat das künstliche Schwefel-Cadmium mehre Eigenschaften mit dem Minerale gemein. Meiner Berechnung zufolge würde der Greenockit aus 22,4 Schwefel und 77,6 Cadmium bestehen. Auch soll eine Spur von Eisenoxyd darin vorkommen. Vor dem Löthrohre auf der Kohle schweflige Säure entwickelnd und einen gelbrothen Ring von Cadmiumoxyd bildend.

Das Mineral dürfte ein Product vulkanischer Sublimation seyn, und sitzt in höhlenartigen, kleinen Weitungen von Gangklüften eines zugleich porphyrartigen und mandelsteinartigen Trapps, begleitet von Prehnit, der älterer, und von Kalkspath, der jüngerer Bildung ist. Dieser eruptive Trapp ist derselbe, in welchem zu Kil-Patrick die vielen Prehnite, Thomsonite, Laumonite, Anal-

cime etc. vorkommen. Bei genauer Untersuchung der Mineralien von Kil-Patrick ist es mir gelungen, einen Krystall Greenockit, zwischen nadelförmigen Krystallen des Thomsonits sitzend, aufzufinden.

Auf die grofse Aehnlichkeit der Krystallisation des Greenockits mit anderen Mineralien ähnlicher chemischer Zusammensetzung, nämlich mit den Pyrrotinen, werde ich bei nächster Gelegenheit kommen.

Freiberg, am 15. October 1840.

V. *Beiträge zur näheren Kenntnifs einiger Kiese und der kiesbildenden Metalle, auch neue Isomorphieën; von A. Breithaupt.*

Im Jahre 1835 erschien im Journal für practische Chemie von Erdmann und Schweigger-Seidel, Bd. IV S. 249 u. ff., meine Abhandlung *über das Verhältnifs der Formen zur Mischung krystallisirter Körper*, in welcher vorzüglich einige Kies-Genera beleuchtet wurden. Das eine davon mit hexagonaler Krystallisation, das *Genus der Pyrrotine*, habe ich seitdem in einigen Gliedern näher kennen gelernt, und diese Kenntnifs führte zu einer Entdeckung, welche gegen den Schlufs dieser Beiträge mit angegeben wird. In das Genus der Pyrrotine zählte ich:

1) den magnetischen Pyrrotin oder Magnetkies,
2) den thiodischen Pyrrotin oder Gelbnickelkies,
3) den arsenischen Pyrrotin oder Rothnickelkies,
4) den antimonischen Pyrrotin oder Antimonnickel, den Herr Fröbel als Breithauptin aufführt, eine Benennung, die gegen meine Ansicht in der Nomenclatur ist.

Am *Magnetkies* habe ich nur unbedeutende neue Erfahrungen gemacht. Dahin rechne ich, dafs eine von dem schottischen Ingenieur, Hrn. Gordon, erhaltene Abänderung von der Grube Adam und Eva bei Topschau in Ungarn, welche attractorisch und polar magnetisch ist. Dieselbe besitzt zugleich bei schönem frischen und reinem Zustande das geringste specifische Gewicht =4,510, was ich bis jetzt bei diesem Mineral gefunden habe, und die dunkelste Farbe.

Den *Gelbnickelkies* kannte man bisher noch sehr wenig. Hr. Prof. Miller zu Cambridge hatte die hexagonale Krystallisation des Prismas ermittelt. Neuerlich bestimmte er auch das spec. Gewicht zu 5,26 bis 5,28. Bald darauf besuchte er mich, als ich eben eine kleine Quantität des Johann-Georgenstädter Haarkieses gesammelt hatte, die ich zu einer Wägung bestimmen wollte. Er erklärte mir, dafs er seiner Gewichtsbestimmung, wegen der angewendeten gar zu geringen Menge, sehr mifstraue, und dafs ich ja eine neue folgen lassen möge. Meine mit dem Flacon gemachte ergab das spec. Gewicht 5,000. Von einer, erst vor wenigen Wochen erhaltenen Abänderung des Gelbnickelkieses von der Grube Kronprinz zu Kamsdorf in Thüringen, welche in Krystallen bis zur Stärke dünner Stricknadeln vorgekommen, stand mir eine völlig genügende Gewichtsmenge zu Gebote, mit der ich genau dasselbe Resultat 5,000 erhielt. Ein solches scharfes Zusammentreffen zweier Abänderungen eines so schweren Minerals ist gewifs sehr selten, bürgt aber um so mehr für die Richtigkeit der Untersuchungen.

An der Abänderung von Kamsdorf kommen auch terminale Flächen, und zwar von zwei Pyramidoëdern (P und $\frac{1}{2}P$) vor. Ich fand die Neigung des einen gegen die Basis bei sehr unvollkommener Spiegelung und

etwas verzerrtem Bilde 154°, wobei ein Fehler bis zu $\frac{3}{4}$° möglich gewesen seyn kann. Ungeachtet eines solchen stimmt die Dimension doch mit denen der übrigen Pyrrotine überein, wie unten in der Zusammenstellung zu ersehen ist. Das primäre hexagonale Pyramidoëder P würde hiernach 139° 8′ an Pol- und 88° 34′ an Basekanten haben; bei dem gemessenen Pyramidoëder $\frac{1}{2}P$ betragen diese Dimensionen 154° 40′ ; 52° 0′; endlich bei $2P$ 127° 10′ : 125° 44′. Es ist mir jedoch wahrscheinlich, dafs alle diese Gestalten ein wenig steiler, und, wie unten zu sehen, dem Antimonnickel genäherter ausfallen dürften, wenn man sie einst genauer kennen lernen wird.

Rothnickelkies. Durch die Güte des Hrn. Hofrath v. Gersdorf zu Wien erhielt ich einen rothen, blofs derb und eingesprengt vorkommenden Kies von Schladming in Steiermark, welcher weniger durch seine blassere Farbe, mehr durch sein niedriges Gewicht, =7,33, von den bekannten Abänderungen des Rothnickelkieses abweicht. Hr. G. P. Plattner hatte die Güte ihn zu untersuchen, und fand, dafs er zwar vorwaltend aus Arsennickel, aber doch auch aus ziemlich viel Schwefelnickel mit bestehe, wie ich im Voraus vermuthet hatte. Sowohl dieses Mineral, als Hrn. Fröbel's *Allemontit*, den Hr. Berthier aus Ni(As+Sb) bestehend erkannt hat, verdienen weitere Berücksichtigung.

Von dem *Antimonnickel* der HH. Hausmann und Stromeier erhielt ich, durch die Gefälligkeit des Bergeleven, Hrn. Hausmann, Kryställchen, die in einem Stücke Kalkspath inne safsen. Dieses behandelte ich einige Monate hindurch ganz allmälig mit Essigsäure, und erhielt nach und nach wohl an 40 freie Kryställchen und

Kry-

Krystallblättchen, denen des Iridosmins ähnlich gestaltet. Die Härte derselben fand ich $5\frac{1}{2}$ bis 6, und das spec. Gewicht 7,541. Es gelang mir auch darunter mefsbare Krystalle zu finden. Ein sehr flaches hexagonales Pyramidoëder gab die Neigung 153° 38′ und ein anderes die 123° 55′ gegen die Basis. Die Axenlängen derselben verhalten sich genau zu einander wie 1 : 3, und aus dieser guten Correspondenz scheint mir die Brauchbarkeit der Beobachtungen mit hervorzugehen. Nehme ich ein Pyramidoëder zur Primärform, dessen Hauptaxe noch einmal so lang ist, als die der flacheren jener beiden Gestalten, so erfolgt nun wieder eine schöne Uebereinstimmung mit den bekannten Dimensionen der Pyrortine. Zugleich entsprechen die gefundenen Winkel der Progressionstheorie, wie die folgenden Berechnungen darthun:

$\frac{1}{2}P$ = 154° 19′ 50″ ; 52° 45′ 22″.

$P = \frac{101}{144}Dh$ = 138° 53′ 36″ ; 89° 12′ 5″.

$\frac{3}{2}P$ = 130° 59′ 28″ ; 112° 11′ 23″. Diese Gestalt ist eine bis daher in der Reihe der Pyrrotine unbekannt gewesene.

$2P$ = 126° 56′ 6″ ; 126° 36′ 10″.

Die oben gegebene Neigung von $\frac{1}{2}P$ auf $0P$ wird nun = 153° 37′ 19″, und die von $\frac{3}{2}P$ auf $0P$ = 123° 54′ 18″.

Bei einer neuen Untersuchung einiger Abänderungen des *Iridosmins* (von denen mir die von Sissersk in Sibirien besonders auffällig war, da sie am deutlichsten bleigraue Farbe zeigt und sogar ein specifisches Gewicht bis 22,23 erreicht), hat sich ergeben, dafs auch *nicht eine den geringsten Grad von Ductilität* besitzt; alle waren *ausgezeichnet spröde.* Diefs nöthigte mich, diese Substanz aus der Ordnung der Metalle wegzunehmen, und in die der Kiese einzureihen. Hier kommt nun gleich

die Homöomorphie mit den Pyrotinen entgegen; wie z. B. das correspondirende Pyramidoëder des Rothnickelkieses beweist, das bei $2P = 127° 32' ; 124° 18'$, während es am Iridosmin nach Hrn. G. Rose $127° 36' ; 124° 0'$ beträgt. Bei Betrachtung der chemischen Zusammensetzung dieser Substanz erscheint nun das *Irid* nicht allein *isomorph mit Eisen, Nickel und Kobalt*, sondern auch als ein kiesbildendes, oder, wie ich lieber sagen möchte, als ein pyritisches Metall, während *das Osmium homöomorph mit Antimon, Arsen und Schwefel* ist, und als acider Bestandtheil neben diesen auftritt. *Die pyritischen Metalle sind aber zugleich die magnetischen*, und somit vermuthete ich, dafs Irid auch magnetisch seyn könne, obwohl man davon ausdrücklich angiebt, dafs es nicht magnetisch sey. Hierauf untersuchte ich mit Hrn. Professor Reich gemeinschaftlich folgende Körper vor der astatischen Magnetnadel.

1) *Chemisch reines Irid.* Ich hatte Bröckchen desselben, dargestellt von dem Hrn. Berg-Ingenieur-Oberst von Sobolewskoi, der Munificenz Sr. Excellenz des Hrn. Ministers Grafen Alexander Strogonoff zu verdanken. Diese waren *stark magnetisch.*

2) Natürliches *gediegen Irid* von Nischne-Tagilsk, welches mit Platin und Osmium gemischt ist, war *sehr schwach* und *kaum merklich magnetisch.*

3) *Iridosmin* war zwar nicht in dem Grade als 1) aber doch *deutlich magnetisch.* Da nun durchaus nicht bekannt ist, dafs in diesen drei Körpern Eisen, Nickel und Kobalt enthalten sey, so wird hiermit der *Magnetismus des Irids* unzweifelhaft.

Es ist ferner merkwürdig, dafs der *Greenockit*, ein einfaches Schwefel-Kadmium, mit allen diesen Pyrrotinen ähnliche Krystallisation zeigt, wie unten die Uebersicht beweist. Hieraus ergiebt sich wieder die *Isomor-*

phie des Kadmiums mit den pyritischen Metallen, wenn auch der Greenockit eine Blende und kein Kies ist, gerade wie Hornerz (Chlorsilber) und Steinsalz (Chlornatrium) isomorph sind, und dennoch ganz verschiedenen Ordnungen angehören.

Winkel der Pyrrotine und des Greenockits.

	$2P$	$\frac{3}{2}P$	P	$\frac{1}{2}P$
1) Iridosmin				
	127° 36′	—	139° 56′	—
	124 0	—	86 28	—
2) Rothnickelkies				
	127° 32′	—	139° 48′	—
	124 18	—	86 50	—
3) Greenockit				
	127° 25′ 58″	—	139° 38′ 31″	155° 28′ 33″
	124 36 48	—	87 13 14	50 56 18
4) Gelbnickelkies				
	127° 10′	—	139° 8′	154° 40′
	125 44	—	88 34	52 0
5) Antimonnickel				
	126° 56′ 6″	130° 59′ 28″	138° 53′ 36″	154° 19′ 50″
	126 36 10	112 11 23	89 12 5	52 45 22
6) Magnetkies				
	126° 49′	—	138° 30′	—
	127° 5	—	90 16	—

Die wahre Spaltbarkeit geht bei allen diesen Körpern deutlicher nach dem Prisma als nach der Basis, und deshalb wählte ich die brachyaxen hexagonalen Pyramidoëder zu Primärformen, deren Flächen 46° 46′ bis 44° 52′ Neigung gegen die Hauptaxe haben, und nicht jene makroaxen ($2P$), wo diese Neigung 28° bis 26° 27′ beträgt; allein Iridosmin, Gelbnickelkies und Magnetkies sind öfters (keineswegs allemal) in der basischen Rich-

tung schalig zusammengesetzt, welche Structur bisher für Spaltbarkeit gehalten worden ist.

Freiberg, am 18. October 1840.

VI. *Thomson's neuer Rhombohedral-Barytocalcit aus Cumberland; von A. Breithaupt.*

Unter diesem Namen erhielt ich vom Hrn. Dr. Bondi zu Dresden eine Stuffe, wo auf krystallisirtem Witherit ein Kalkspath aufzusitzen schien. Nachdem früher dargethan war, dafs sich Hr. Thomson mit seinem *Bicalcareo-carbonate of Barytes* geirrt hatte, der mehr nicht als eine reine Abänderung des Witherits ist, so schien mir das obige Mineral um so mehr nur ein Kalkspath zu seyn, als ich nicht allein neuerlich eine namhafte Zahl Cumberländischer Kalkspäthe, sondern auch sogar einen darunter gemessen und gewogen hatte, der sogar in derselben Form krystallisirt war als der Rhombohedral-Barytocalcit.

Dieses Mineral ist von *Glasglanz*,
graulichweifser Farbe und
durchsichtig bis durchscheinend.

Als $-2R$ krystallisirt, und, zwar recht deutlich, aber nicht vollkommen nach R, dem *primären Rhomboëder spaltbar.* Der Winkel desselben war nicht ganz scharf zu bestimmen. Sckwankungen von 104° 50′ bis 105° 13′ ergaben als Mittel zahlreicher Beobachtungen 105° 2¾′. Dabei kann jedoch einst, wenn man vollkommener spaltbare Abänderungen zur Messung erhalten sollte, eine Correction von 3 bis 5 Minuten möglich werden. (An den Cumberländischen Kalkspäthen hatte ich bisher stets den Winkel 105° 8′ deutlich gefunden).

Ich vermuthete immer noch blofs einen Kalkspath or mir zu haben, denn auch die *Härte* zeigte keine 'esentliche Abweichung, $4\frac{1}{4}$.

Indessen gab das *spec. Gewicht* von trüben Stüken des unteren Theils der Krystalle 2,830 und von den urchsichtigen völlig reinen Krystallspitzen 2,819.

Hiermit war entschieden, dafs das Mineral *kein Kalkpath* seyn könnte.

Hr. G. P. Plattner hatte nun die Güte mit den urchsichtigen Krystallparthien folgende Prüfungen anıstellen.

»Vor dem Löthrohre für sich verhält sich dieses Mi-ɜral wie Kalkspath.«

»In Borax und Phosphorsalz löst es sich im Oxy-ationsfeuer unter starkem Aufbrausen vollkommen auf, 'theilt aber den Gläsern eine starke Manganfarbe.«

»Zu Soda auf Platinblech verhält es sich unauflös-:h; durch einen Zusatz von Salpeter wird aber eine arke Reaction auf Mangan hervorgebracht.«

»In Hydrochlorsäure löst es sich, selbst in Stücken, hr leicht unter starkem Aufbrausen auf; wird die Auf-sung mit so viel Wasser verdünnt, dafs durch Zusatz ›n verdünnter Schwefelsäure kein Niederschlag von Gyps ıtsteht, so erfolgt durch Schwefelsäure eine Trübung, e sich nach einiger Zeit absetzt und leicht auf einem ltrum gesammelt werden kann. Wird das Filtrum mit ɜm Niederschlag nach dem Aussüfsen und Trocknen ein-äschert, und der erhaltene weifse Rückstand mit der ɜfeuchteten Messerspitze auf Kohle gestrichen und bis ım Glühen erhitzt, so bildet sich eine zusammenhän-ɜnde Masse, die sich, mit der Platinpincette gehalten ıd in der Spitze der blauen Flamme erhitzt, in Folge ner intensiv gelblichgrünen Färbung der äufseren Flamme s schwefelsaurer Baryt zu erkennen giebt. Dieses Mi-ɜral besteht demnach aus:

kohlensaurer Kalkerde, als Hauptbestandtheil mit
kohlensaurer Baryterde und
kohlensaurem Manganoxydul.«

Hieraus wird nun unzweifelhaft, dafs es auch unter den *Karbonspäthen* einen *Baryto-calcit* giebt, und folglich von dieser chemischen Substanz *dreierlei Form*, *Triplomorphie* existirt, nämlich *hemirhombische*, *holorhombische* und *rhomboëdrischhexagonale.* Dieses interessante Factum läfst mich den Vorschlag machen, das Mineral *Neotyp*, d. i. neue Art der Gestaltung, zu benennen.

Freiberg, am 19. October 1840.

VII. *Tiefe des Meeres.*

In einem Briefe an die geographische Gesellschaft zu London giebt Kapitain James Rofs Bericht über einige von ihm bis zu einer aufserordentlichen Tiefe unternommene Peilungen. Die eine derselben, 900 Miles westlich von St. Helena gemacht, erstreckte sich bis zur Tiefe von 5000 Fathoms oder 30000 engl. Fufs. Das angewandte Senkblei wog 450 Pfund. Die andere, unter 33° S. und 9° W., etwa 300 Miles vom Kap der guten Hoffnung, ging bis zu 2226 Fathoms (Jameson's *Journ. Vol. XXIX p.* 414. — Ob man bei der ersten Peilung den Grund erreicht habe oder nicht, ist nicht bemerkt).

VIII. *Beiträge zur Kenntnifs des Feldspaths; von Herrman Abich.*

II. Abtheilung.

1) Ueber den Anorthit.

Das nicht ganz befriedigende Resultat der Analyse des Anorthit, welche ich Band L S. 353 mitgetheilt habe, hat mich veranlafst diefs Fossil noch einmal einer genauen Untersuchung zu unterziehen. — Bevor ich jedoch zu einer Angabe der jetzt erhaltenen Resultate übergehe, welche meine Vermuthung, dafs die Formel $\dot{R}^3 \dddot{Si} + 3\dddot{Al} \dddot{Si}$ für den Anorthit die allein passende ist, vollkommen bestätigen, glaube ich in der Kürze auf die Gründe hinweisen zu müssen, weshalb meine frühere Analyse für jene Annahme einen etwas zu grofsen Kieselerdegehalt angiebt.

Eine genauere Untersuchung über die Natur der merkwürdigen Dolomitblöcke, in welchen die Anorthite gefunden werden, läfst sie als metamorphische Trümmer jener Apenninen-Kalkschichten betrachten, welche in der frühesten Entwicklungsperiode der Somma durch gangbildende Spalten in der centralen Region des später aufgerichteten Erhebungskraters vielfach durchschnitten wurden, und in der innigen Berührung mit den einschliefsenden, aus Bisilicaten zusammengesetzten Gangmassen durch Umschmelzung krystallinisches Gefüge annahmen.

Bei der Neigung des Leuzit, mit kohlensaurem Kalk leicht zusammenzuschmelzen, und der Fähigkeit der Kieselerde, sich unter allen Verhältnissen mit dem Kalke zu verbinden, war die Bildung einer grofsen Anzahl von Mineralkörpern bedingt, in deren Zusammensetzung Thonerde, Kalk und Talkerde, so wie Kali wesentlich sind.

Auf das Innigste mit einander gemengt, durchziehen daher Glimmer, Pyroxen, Idocras, Granat, Tremolith, Pleonast und andere, meist in mikroskopischer Kleinheit die umgewandelten Kalke, und treten in gröfseren deutlich und vollständig ausgebildeten Krystallen meistentheils nur in ganz geschlossenen Drusenräumen oder Spalten auf. Je näher diesen Räumen, je mehr tritt der dolomitisirte körnige Kalk zurück, und geht zuletzt vollständig in eine blättrig-krystallinische Kruste über, welche gröfstentheils aus dem innigen Gemenge eines glimmer- und talkartigen Fossils zu bestehen scheint. Nicht selten schliefsen diese Drusenräume, deren besondere Natur die Bildung der Doppelsilicate von Thon und Kalkerde, wie Mejonit und Anorthit besonders begünstigt zu haben scheint, eine bald glasähnliche und amorphe, bald krystallinische weifse Masse ein, die sehr schwer schmelzbar und nur wenig löslich in Säuren, in einer seltsamen Beziehung zu den Krystallen der erwähnten Fossilien steht, welche die Wandungen des Drusenraums bekleiden. Bald haften die Krystalle vollständig auf Theilen dieser Masse und gehen gleichsam verglast in dieselbe über, bald werden sie von ihr zum Theil oder gänzlich, jedoch solchergestalt umhüllt, dafs eine vollständige Berührung nicht stattfindet. — Sehr häufig zeigt sich diefs bei Drusen, welche nur Mejonit enthalten. Die vertical auf den Wänden der inneren Weitung sitzenden Krystalle tauchen bisweilen so vollständig in die amorphe Masse, welche den Drusenraum wie mit einem in seiner Schale beweglichen Kern erfüllt, dafs es unmöglich ist denselben herauszuziehen, ohne die hineinragenden Krystalle abzubrechen. Die so getrennten, mit Hinterlassung eines regelmäfsigen Eindrucks aus der Kernmasse leicht zu entfernenden Krystalle, sind nicht mehr scharfkantig, und erscheinen wie mit einem weifsen Anfluge überzogen. Die mikroskopische Betrachtung zeigt, dafs dieser letztere von einer völligen Zersetzung der Oberfläche herrührt, wel-

che mit zahlreichen kleinen Krystallen von einer andern Form als die der Mejonite besetzt erscheinen. Etwas Aehnliches findet sich auch, aber selten, bei den Anorthiten. Vollständig, nach allen Seiten ausgebildete Krystalle sind sehr selten, nimmer sind sie fest und innig mit der das Innere der Drusen bekleidenden Kruste verwachsen, welche aus einem Aggregat mikroskopischer Krystalle von Idocras, Pyroxen und anderen kleinen unbestimmbaren Prismen gebildet ist, die häufig in das Innere der Anthorite dringen. — Besonders interessant sind die Dolomitfragmente aus der unmittelbaren Gränze des Leuzitophyr und des Apenninenkalks. Eine Leuzit und Pyroxen enthaltende schlackige Masse geht unmittelbar in ein Gemenge von gelblichen Glimmertalk-Blättchen und grobkörnigem Kalkspath über, welches bald feinkörnig und dolomitisch wird, und neben vielen Pyroxentheilen kleine Pleonaste in Menge enthält, die zum Theil magnetisch sind. Ein nicht unbedeutender Theil der Dolomitmasse bleibt in Säuren ungelöst, und bildet dann ein krystallinisches Pulver verschiedenartiger Mineralien, die nur zum Theil zu bestimmen sind und im Ganzen geringe Schmelzbarkeit besitzen.

Nach dieser Hinweisung auf die natürliche Schwierigkeit, welcher eine genaue Analyse gewisser, in dem Dolomit der Somma krystallisirter Mineralien hinsichtlich der Reinheit daraus zu wählender Krystalle zu begegnen hat, gehe ich nun zu den Analysen selbst über, welche meine S. 35 ausgesprochene Vermuthung bestätigen.

Um der Verunreinigung des Anorthit durch irgend eins der mikroskopischen Nebenfossilien diesmal möglichst vorzubeugen, opferte ich die reinsten und durchsichtigsten isolirten Krystalle zur Analyse, die sowohl mit Anorthit *a*) unmittelbar aus den Dolomitdrusen, als mit dem, welcher *b*) dem Gemenge von Pyroxen und Glimmer auf und angewachsen ist, angestellt wurde.

Das specifische Gewicht der feingepulverten Kry-

stalle des Anorthits (*a*) fand ich bei 15° R. Wasser-Temperatur 2,763, mithin sehr nahe demjenigen, welches G. Rose erhielt.

Beide Untersuchungen wurden auf die bekannte Weise angestellt, die Reinheit der Kieselerde aber zur einen Hälfte durch Flufssäure, zur andern durch Auflösung in alkalischer Lauge geprüft.

Nur bei der Analyse (*a*) zeigte sich die Kieselerde durch 0,75 Proc. eines von der Säure unzerlegten fremdartigen Bestandtheils verunreinigt. Kali und Natron wurden genau getrennt und jedes für sich bestimmt.

a) Analyse von 3,542 Grammen.

Kieselerde	=1,563	= 44,12	= 22,92	
Thonerde	=1,244	= 35,12	= 16,40	= 16,61
Eisenoxyd	=0,025	= 0,70	= 0,21	
Kalkerde	=0,675	= 19,02	= 5,34	= 5,63
Talkerde	=0,020	= 0,56	= 0,20	
Kali	=0,009	= 0,25	= 0,04	
Natron	=0,010	= 0,27	= 0,05	
Summe	=3,546	=100,04	= 1 : 3 : 4.	

Das Verhältnifs des Sauerstoffs von $\dot{R}$ zu $\dddot{R}$ = 1 : 3 stimmt ganz genau. Der Sauerstoff der Basen zu dem der Kieselerde ist 1 : 1,03.

b) Analyse von 2,941 Grammen.

Kieselerde	=1,288	= 43,79	= 22,74	
Thonerde	=1,044	= 35,49	= 16,57	=16,74
Eisenoxyd	=0,017	= 0,57	= 0,17	
Kalkerde	=0,557	= 18,93	= 5,13	= 5,51
Talkerde	=0,010	= 0,34	= 0,12	
Kali	=0,016	= 0,54	= 0,09	
Natron	=0,020	= 0,68	= 0,17	
Summe	=2,952	=100,34	= 1 : 3 : 4.	

Auch hier stimmt das Verhältnifs des Sauerstoffs von $\dot{R}$ zu $\dddot{R} = 1 : 3$. Das der Basen zu dem der Kieselerde ist wie 1 : 1,02.

Beide Analysen bestätigen durch ihr Sauerstoffverhältnifs auf eine befriedigende Weise die Gültigkeit der Formel:

$$\dot{R}^3 \dddot{Si} + 3 \dddot{R} \dddot{Si}$$

für den Anorthit.

Kieselerde ist zwar immer noch im Ueberschufs vorhanden, allein in so geringer Menge, dafs sie unberücksichtigt bleiben darf. Was die procentische Zusammensetzung betrifft, so scheint in dem relativen Verhältnifs der einzelnen Elemente allerdings eine Verschiedenheit je nach dem verschiedenen Vorkommen des Minerals stattzufinden.

Der Anorthit, welcher mit Pyroxen und Glimmer vorkommt, scheint in jeder Beziehung der reinere zu seyn, er enthält über noch ein Mal so viel Kali und Natron, als der aus den Dolomitdrusen, dagegen aber weniger Talkerde als jener.

2) Pseudo-Albit des Andesit aus Amerika.

Bei einer näheren Untersuchung desjenigen Dioritporphyr, welcher in den Cordilleren eine so überaus wichtige geognostische Stellung einnimmt, und der von A. v. Humboldt seiner grofsen Verbreitung wegen Andesit genannt worden ist, war mir zunächst die leichte Schmelzbarkeit des für Albit gehaltenen Minerals aufgefallen, welches oft mit seinen ausgezeichneten Krystallen den vorherrschenden Gemengtheil der Gebirgsart bildet, für deren nähere Beschreibung und Verbreitung ich auf Annal. Bd. XXXIV S. 9, XXXXVII S. 189, XXXX S. 165, XXXXIV S. 196, so wie auf L. v. Buch, *Isles de Canarie*, *p.* 464 bis 492, verweise. Meine Vermuthung, dafs das Mineral nicht wirklich Albit sey, ver-

mehrte sich, als ich später aus gröfseren Bruchstücken des Andesit von Marmato bei Popayan, des schönsten dieser durch A. v. Humboldt zuerst bekannt gewordenen Gattung, vollkommen reine Krystallfragmente erhielt, deren specifisches Gewicht ich bei 15° R. Wasser-Temperatur im gepulverten Zustande

2,7328

fand. — Es schien dasselbe dem Mineral in der ein- und eingliedrigen Abtheilung der Feldspathreihe eine Stelle *über* Oligoklas und Labrador anzuweisen, und sprach schon deshalb für einen höheren Kalkerdegehalt, als ich in dem sogenannten Kali-Albit vom Drachenfels, Annal. Bd. L S. 344, gefunden habe, dessen Gewicht nur 2,6223 und dessen Schmelzbarkeit geringer ist, als diejenige des in Frage stehenden Minerals aus dem Andesit.

1,194 Grm. mir zu Gebote stehender reiner Krystalle wurden nunmehr nach einige Minuten dauernder Schmelzung mit 3,674 Grm. kohlensauren Baryt auf die bekannte Weise, nach dem Bd. L S. 131 angegebenen Gange, jedoch mit der Abänderung zerlegt, dafs der durch Ammoniak bewirkte Niederschlag noch feucht in die kaustische Lauge getragen und Thonerde und Eisen direct für sich bestimmt wurden. — Die gewonnenen Bestandtheile sind:

In No. I wurden 0,709 Grm. Kieselerde abgeschieden.

In No. II fällte Ammoniak 0,295 Thonerde und 0,019 Eisenoxyd, die sich frei von Kieselsäure und Magnesia zeigten.

In No. III wurden aus 0,123 kohlensaurer Kalkerde 0,069 Kalkerde erhalten, die sich vollkommen rein und frei von Baryt erwies.

Durch das Glühen der essigsauren Salze wurde neben 0,054 kohlensaurem Baryt 0,012 Talkerde gewonnen.

Die Chlormetalle wogen 0,167 Grm. Durch 0,07 Kaliumplatinchlorid ergaben sich 0,013 Kali und 0,078 Natron.

Nach diesen Resultaten berechnet, ergiebt sich die Zusammensetzung des Minerals folgendermaſsen:

Kieselerde	=0,709	= 59,60	= 30,96	
Thonerde	=0,290	= 24,28	= 11,22	=11,70
Eisenoxyd	=0,019	= 1,58	= 0,48	
Kalkerde	=0,069	= 5,77	= 1,61	= 3,79
Talkerde	=0,013	= 1,08	= 0,37	
Kali	=0,013	= 1,08	= 0,16	
Natron	=0,078	= 6,53	= 1,65	
Summe	=1,191	= 99,92	= 30,96 : 11,70 : 3,79	
			=1 : 3 : 8.	

Dieser Zusammensetzung entspricht allein die Formel:

$$\dot{R}^3\,\dddot{Si}^2 + 3\,\dddot{R}\,\dddot{Si}^2.$$

Nach dieser Analyse zeigt sich nun das Fossil als eine neue und interessante Varietät der ein- und eingliedrigen Abtheilung der Feldspathreihe. Es steht dasselbe zwischen Labrador und Anorthit oder besser Oligoklas, dem es auch hinsichtlich der Zusammensetzung am nächsten kommt. Das spec. Gewicht hatte hier wieder richtig geleitet, und wirklich bestätigte die Analyse auf eine überraschende Weise die auf jene Wahrnehmung gegründete Vermuthung. — Dem chemischen Bilde nach stellt sich also dieses Bisilicat von $\dot{R}$ und $\dddot{R}$ als verbindendes Glied bedeutsam genug genau in die Mitte der ganzen Reihe; denn es beginnt dieselbe mit dem Silicat von $\dot{R}$ und $\dddot{R}$ im Anorthit, und schlieſst mit demselben Trisilicat im Orthoklas. Die Existenz dieser, der Formel des Leuzit analog zusammengesetzten Feldspath-Varietät war zu vermuthen, und ich bringe, mit Berücksichtigung der Gebirgsart, in welcher sie zuerst erkannt wurde, den Namen *Andesin* für das Mineral in

Vorschlag. Hinsichtlich der Schmelzbarkeit steht der Andesin dem Oligoklas am nächsten; er schmilzt wie dieser zu einem milchigen, aber bei weitem weniger porösem Glase. Der Albit schmilzt, wie schon oben erwähnt, bedeutend schwerer, leuchtet niemals so intensiv in der Weifsglühhitze, und zeigt ein durchsichtiges, wenngleich etwas poröses, Glas.

Das specifische Gewicht des Andesit von Popayan fand ich bei 15° R. W. T. 3,5924. Er enthält neben Andesin, Hornblende und Quarz, auch Spuren von Epidot und fein eingesprengtem Eisenkies.

3) Periklin von der Insel Pantellaria.

Unter den eben so eigenthümlichen als merkwürdigen Gesteinen der Insel Pantellaria, welche sich in der, von dem verstorbenen Prof. Hoffmann im Königlichen Museum zu Berlin niedergelegten Sammlung befinden, verdienen die Trachyte von der Montagna einer besonderen Beachtung.

Nach den Notizen, welche sich in diesen Annalen, Bd. XXIV S. 68, über jene Insel finden, ist man geneigt jenen Berg für den trachytischen Dom zu halten, welcher in dem Centralpunkte des grofsen Erhebungskraters emporstieg, den die erwähnte Schilderung in dem niedrigen Bergringe zu erkennen erlaubt, der die ganze äufsere Umfassung der Insel bildet. — Es besteht dieser Trachyt fast ausschliefslich aus einer Anhäufung von schmelzbar glasigen, ziemlich vollständig gebildeten Feldspathkrystallen von bräunlicher Farbe, welche eine durchschnittliche Länge von 3 und eine dergleichen Dicke von 1 Linie haben, und in einer schmutzig gelben krystallischen, aber sehr feinporigen Grundmasse wie eingeknetet erscheinen, aus der sie oft mit Hinterlassung glatter Eindrücke leicht abzusondern sind. Die Krystalle sind einfach, und zeigen nicht die für den glasigen Feldspath sonst so charakteristischen Karlsbader Zwillingsformen,

Sie zerbröckeln leicht und lassen bei ausgezeichnetem Glasglanz auf den Bruchflächen deutlich den für die Zwillingsbildungen des ein- und eingliedrigen Krystallsystems so bezeichnenden einspringenden Winkel erkennen. Ihre Formen sind schwer zu bestimmen, da fast immer mehrere Individuen sich regellos zusammengruppiren und als dichte krystallinische Massen erscheinen. — Vor dem Löthrohr schmilzt *dieser* Feldspath *leicht* zu einem durchsichtigen, etwas blasigem Glase.

Die Grundmasse, welche gleichfalls leicht zu einer magnetischen Kugel schmilzt, ist weich, und von homogener Beschaffenheit. Kleine schwarz glänzende Obsidiantheile von muschlichem Bruch sind sparsam darin vertheilt, welche ohne nähere Prüfung leicht für Magneteisen zu halten sind. Dieselbe Substanz dringt auch bisweilen in das Innere der Feldspathkrystalle, in deren Pulver die mikroskopische Betrachtung sie nachweist. — Von dieser geringen obsidianartigen Beimengung erhält auch das, auf die in diesen Annalen, Bd. L S. 348, angegebene Weise gereinigte Pulver einen leichten Stich in das Graue.

Das spec. Gewicht desselben fand ich bei 15° *R. Wasser-Temperatur* 2,5950.

Die Beantwortung der Frage suchend, ob das relative Mengenverhältnifs des Kali und Natron in den glasigen Feldspäthen immer ein constantes sey, erschien mir eine Untersuchung auch dieses Feldspaths wünschenswerth, und wurde derselbe mit einer Quantität von 2,764 Grm. auf die bekannte Weise angestellt. — Die erhaltenen Resultate sind folgende:

Kieselerde	=1,866 = 68,23 = 35,42		
Thonerde	=0,506 = 18,30 = 8,54	} 8,84	
Eisenoxyd	=0,028 = 1,01 = 0,30		
Kalkerde	=0,035 = 1,26 = 0,35		
Talkerde	=0,014 = 0,51 = 0,20	} 3,01	
Kali	=0,070 = 2,53 = 0,42		
Natron	=0,221 = 7,99 = 2,04		
Summe	=2,760 = 99,83 = 1 : 3 : 12.		

Ein Vergleich dieses Feldspaths mit dem vom Epomeo, Annal. Bd. L S. 140, und dem glasigen Feldspath überhaupt, führt auf bedeutende Verschiedenheiten. Das quantitative Verhältnifs des Kali zum Natron ist ein umgekehrtes. Wie *dort* Kali, so überwiegt *hier* Natron bei einem etwas höheren Kieselerdegehalt; auch der Schmelzpunkt liegt beim glasigen Feldspath vom Epomeo, so wie von anderen Fundorten merklich höher. Ueberhaupt nähert sich die ganze Zusammensetzung so auffallend dem von Gmelin analysirten Periklin, dafs man, ungeachtet des etwas abweichenden specifischen Gewichts, nicht anstehen darf, das Fossil als wirklichen Periklin unter die Gattung Albit zu stellen.

Die Frage über ein constantes Verhältnifs des Kali zum Natron in den glasigen Feldspäthen betreffend, so kann dieselbe natürlich erst durch eine gröfsere Reihe vergleichender Untersuchungen ihre Erledigung erhalten.

4) Adular vom St. Gotthard, und Feldspath von Baveno.

Die Wichtigkeit der Schlüsse, welche sich an die Wahrnehmungen knüpften, die ich im Laufe zusammenhängender Untersuchungen über das constante Vorhandenseyn des Kali und Natron, vorzüglich in *den* Gliedern der Feldspathreihe, gemacht hatte, *welche* Gesteine charakterisiren, die wir vorzugsweise mit dem Namen der vulkanischen zu bezeichnen pflegen, macht die Beantwortung der Frage wünschenswerth, ob reiner Kali-Feldspath

spath ohne Natron wirklich in der Natur vorkomme, und welcher Gebirgsgattung derselbe eigenthümlich sey. Eine vorgefafste Meinung konnte frühere Analytiker bei ihren Untersuchungen über den Feldspath um so leichter veranlafst haben einen geringen Natrongehalt zu übersehen, als sich damals kein besonderes naturhistorisches Interesse an eine scharfe Sonderung dieser beiden Alkalien knüpfte, und somit schien es nothwendig, die betreffenden Untersuchungen mit solchen zu beginnen, welche zeither immer als die reinsten Typen des wirklichen Kali-Feldspath betrachtet und angenommen worden sind.

Ich wählte zu diesem Ende zuerst den Adular vom St. Gotthardt und den schön krystallisirten Feldspath von Baveno. Da es vorzüglich auf eine möglichst scharfe Bestimmung des Alkaligehaltes ankam, so wurde die gewöhnliche, zur Analyse verwendete Quantität verdoppelt und die Zerlegung mittelst concentrirter, in Platingefäfsen bereiteter Fluorwasserstoffsäure bewirkt. — Der Gang der Analyse war der gewöhnliche. — Die Kieselerde wurde aus dem Verlust bestimmt, die Thonerde noch feucht wieder aufgelöst und nach Zerlegung des schwefelsauren Alkali durch essigsauren Baryt das Kali durch Platinchlorid geschieden. Der Ueberschufs des letzteren wurde durch schwaches Glühen und nachträglicher Behandlung durch Schwefelwasserstoff entfernt und die Natur des Rückstandes nach vorhergegangener abermaliger Prüfung auf Kali auf das Sorgfältigste ausgemittelt. Das specifische Gewicht des Adular fand ich bei 15° R. 2,5756.

Die Analyse des Adular vom St. Gotthardt mit 5,728 *Grm. angestellt lieferte die folgenden Resultate:*

I. Nach vollständiger Vertreibung des Fluorkiesel blieben in 0,182 Gyps 0,075 Kalkerde ungelöst. Mit der durch Ammoniak gefällten Thonerde abgeschieden, trennte sie Kalilauge von derselben.

II. *Kohlensaures Ammoniak fällte* 4,029 *Thonerde.*

III. *Die Chlormetalle wogen* 1,375. Durch wiederholte Behandlung mit Platinsolution ergaben sich 4,147 Kaliumplatinchlorid und darin 0,801 Kali. Nach Entfernung des Platin wog das rückständige Salz 0,125 Grm., und wurde als Chlornatrium erkannt, dem eine geringe Menge Platinchlorid beigemengt war. Denn

a) das Salzgemenge erschien unter dem Mikroskope als ein Haufwerk von deutlichen Kochsalzwürfeln;

b) es theilte der Löthrohrflamme die Färbung des Natron mit;

c) mit Platinsolution im Ueberschufs behandelt und der langsamen Verdampfung überlassen, erschienen sehr bald die charakteristischen Krystalle von Natriumplatinchlorid. In Spiritus gelöst, zeigte sich keine Spur von Kaliumplatinchlorid.

Der Natrongehalt, nach den aus 1,375 *Grm. Chlormetallen erhaltenen* 0,801 *Grm. Kali berechnet, ergab sich hiernach zu* 0,058 *Grm.*

Die Zusammensetzung des Adular, nach diesen Resultaten berechnet, ist mithin die folgende:

Kieselerde	=65,69	= 34,12	
Thonerde	=17,97	= 8,39	
Eisenoxyd	=Spur	= 0	
Kalkerde	= 1,34	= 0,37	=2,99
Talkerde	= 0,00	= 0	
Kali	=13,99	= 2,37	
Natron	= 1,01	= 0,38	
Summe	100,00	= 1 : 3 : 12.	

Die Analyse des Feldspath von Baveno wurde mit 4,399 *Grm. mäfsig grofser und sehr schön gebildeter Krystalle angestellt.*

Nach vollständiger Vertreibung des Fluorkiesel lieferte die klare Auflösung 0,818 Grm. Thonerde, 0,006

Talkerde, 0,015 Kalkerde und 1,116 Grm. Chlormetalle. 3,194 Grm. Kaliumplatinchlorid bestimmten den Kaligehalt zu 0,617. Ein, nach Entfernung des überschüssigen Platin gebliebener Rückstand enthielt 0,055 Grm. auf gleiche Weise wie in der vorhergehenden Analyse nachgewiesenes Natron.

Hiernach ist der Feldspath von Baveno zusammen gesetzt wie folgt:

Kieselerde	=65,72	= 34,13	
Thonerde	=18,57	= 8,67	
Eisenoxyd	= Spur	= 0	
Kalkerde	= 0,34	= 0,08	2,78
Talkerde	= 0,00	= 0,03	
Kali	=14,02	= 2,37	
Natron	= 1,25	= 0,30	
Summe	100,00	= 1 : 3 : 12.	

Das spec. Gewicht des Feldspath von Baveno fand ich 2,5552 im gepülverten Zustande. Krystalle, für sich im Platintiegel geglüht, zerspringen unter starkem Geräusch schnell zu einem vollständigen Pulver; daher auch das so bedeutend niedrigere spec. Gewicht, welches dieser Feldspath in unversehrten Krystallen zeigt.

Können diese Analysen auch nur als die Anfangspunkte einer gröfseren Reihe von Untersuchungen betrachtet werden, welche eine wissenschaftliche Lösung der aufgestellten Frage nothwendig fordern mufs, so berechtigen doch die hier bereits erhaltenen Resultate zu der sehr wahrscheinlichen Vermuthung, dafs ein Orthoklas, der durchaus kein Natron enthält, in keinem der uns bekannten plutonischen Gesteine zu finden seyn wird. Eben so wird es glaublich, dafs der Albit einen geringen Antheil Kali und der Leucit neben dem Kali auch Natron enthalte. Kali und Natron treten sonach auf die

entschiedenste Weise in die Reihe derjenigen isomorphen Basen, welche sich in den kieselgesäuerten Mineralkörpern niemals gänzlich abzustofsen scheinen, denn Spuren des einen oder des andern Alkali konnten in den, dieser Meinung nicht günstigen Analysen eben so leicht übersehen werden, wie diefs im Adular vom St. Gotthardt und im Orthoklas von Baveno der Fall gewesen ist.

Ich glaube diese Mittheilungen vorläufig nicht besser als durch die Angabe des Entwurfs zu einer Tabelle beschliefsen zu können, auf welcher ich es versucht habe, die sämmtlichen bis jetzt bekannten Glieder der Feldspathreihe mit den Resultaten ihrer Analyse in einer übersichtlichen Darstellung zu vereinigen. — Mehre wichtige Beziehungen unter diesen, zwar specifisch verschiedenen, aber so überraschend ähnlichen Gebilden werden auf diese Weise besser hervortreten, als wörtliche Schilderung sie zu geben vermag. (*Siehe beifolgende Tafel.*)

In einem früheren Aufsatze über den Feldspath (Annalen, Bd. L S. 361) habe ich auf die Vortheile hingewiesen, welcher für eine übersichtliche Auffassung der verschiedenen, zum Feldspathgeschlechte gehörigen Mineralkörper aus der Anordnung derselben nach dem specifischen Gewichte erwächst, deren Brauchbarkeit zur Erkennung der einzelnen Species bereits Breithaupt (Annal. Bd. VIII S. 240) gedenkt. — Tiefer eingehende Vergleiche, welche die Tabelle erleichtert, hauptsächlich gerichtet auf die relativen Mischungsverhältnisse der zusammensetzenden Elemente, so wie ihr gegenseitiges Steigen und Fallen bei den verschiedenen Arten, verleihen aber *gerade dieser* Anordnung noch einen höheren Grad von Bedeutung, und führen das rein minera-

Engeschlechts.

Namen.	...uerstoffverhältnifs. S... R.	$\dddot{R}$	$\dddot{Si}$	Formel.
rthit	51 1	16,74 3	22,74 4	$\dot{R}^3\dddot{Si}+3\dddot{R}\dddot{Si}$
ador.......	58 1	12,87 3	27,77 6	$\dot{R}\dddot{Si}+\dddot{R}\dddot{Si}$
esin	79 1	11,70 3	30,96 8	$\dot{R}^3\dddot{Si}^2+3\dddot{R}\dddot{Si}^2$
oklas (Berzelius)	09 1	11,32 3	33,09 9	$\dot{R}\dddot{Si}+\dddot{R}\dddot{Si}^2$
lin (Gmelin) . .				
Pantellaria	01 1	8,84 3	35,43 12	
-Albit	85 1	9,16 3	36,47 12	$\dot{R}\dddot{Si}+\dddot{R}\dddot{Si}^3$
(Rose)				

(The last formula is braced for the rows from "lin (Gmelin)" to "(Rose)".)

Namen.	S... R.	$\dddot{R}$	$\dddot{Si}$	Formel.
olith (Rose)	09 1	13,84 3	26,14 6	$\dot{R}\dddot{Si}+\dddot{R}\dddot{Si}$
ger oder Natron-ldspath	25 1	8,36 3	34,65 12	
oklas	99 1	8,39 3	34,12 12	$\dot{R}\dddot{Si}+\dddot{R}\dddot{Si}^3$
	78 1	8,67 3	34,13 12	

(The formula is braced for the three rows from "ger oder Natron-ldspath" to "oklas".)

logische Interesse auf einen bei weitem wichtigeren *geologischen Standpunkt.* So interessant auch die strenge krystallographische Sonderung der ganzen Reihe in zwei natürliche Abtheilungen erscheint, so kann dieser Umstand doch kein Element der Classification werden, indem von chemischer Seite durchaus kein gleich bestimmtes Moment für eine solche Trennung gegeben ist, vielmehr zeigt sich ein so allmäliger Uebergang aus dem einen Gliede in das andere, dafs die specifische Verschiedenheit erst vollständig durch das Sauerstoffverhältnifs zu erkennen ist.

Das atomistische Verhältnifs zwischen $\dot{R}$ und $\dddot{R}$, wie 1 : 3, ist das einzige Element, welches sich für sämmtliche Glieder der ganzen Reihe als constant erweist, und für das Genus charakteristisch ist. — Dagegen bilden die Verhältnifszahlen des Sauerstoffs der Kieselerde vom Anorthit beginnend eine, nach multipeln Werthen fortschreitende Reihe von fünf Gliedern, welche eben so viele bestimmte Specien bezeichnen. Nach dem Auffinden des Andesin, als des dritten dieser fünf Specien, möchte man beinahe sämmtliche Möglichkeiten einer Feldspathverbindung für erschöpft halten; denn alle Zwischenzahlen in jener Reihe, mit Ausnahme der fünf, würden auf Verbindungen führen, in welchen die schwächeren Basen auf einer höheren Kieselsäuerungsstufe sich befinden müfsten als die stärkeren. Die Zusammensetzung des Feldspath aus der Lava des Arso auf Ischia schien zwar für die Existenz solcher Verbindungsarten zu sprechen, allein es bedarf, wie gesagt, wohl noch wiederholter und vermehrter Untersuchungen, um das Bedenken gegen ihre Annahme aufzuheben. — Wichtig ist ferner die Wahrnehmung, dafs das Kali in den am reichsten kieselgesäuerten Feldspäthen überwiegt, welche den entschieden plutonischen Gesteinen angehören, während dasselbe in den kieselärmeren, welche die vulkanischen

Gesteine charakterisiren, von dem Natron und der Kalkerde verdrängt wird.

Eine andere nicht minder wichtige Thatsache ist der constante Zusammenhang der Zunahme des specifischen Gewichts mit der des Kalkes und der Thonerde bei gleichzeitiger Abnahme der Kieselerde, welches Verhältnifs auf eine genetische Abhängigkeit der kieselarmen Feldspäthe von den kieselreichen hinzudeuten scheint.

Mögen auch die jetzigen Erfahrungen der Geognosie dem Begriffe des Urgebirges seine ursprüngliche Bedeutung genommen haben, so erscheint es doch wichtig an einem, auf die chemische Natur der massigen krystallinischen Felsarten gegründeten Systeme festzuhalten, *ob* nicht auf dem Wege vergleichender chemischer Untersuchungen genauere und bestimmtere Unterscheidungsmerkmale zwischen den plutonischen und vulkanischen Gebilden gewonnen werden können, als in diesem Augenblicke für dieselben vorhanden sind.

Sollte sich unter den verschiedenen Gliedern der ungeschichteten krystallinischen Felsarten wirklich ein von Seiten ihrer charakteristischen Feldspäthe, so wie der sie begleitenden Nebenfossilien bedingtes, nothwendiges chemisches Abhängigkeitsverhältnifs nachweisen lassen, und stände das geognostische Beisammenseyn auch überall in einem naturgemäfsen Zusammenhange mit jenem, so dürfte die, nach dem abnehmenden Kieselerdegehalt, mithin nach der Zunahme des specifischen Gewichts, geordnete Feldspathreihe vielleicht eine für die Bildungsgeschichte der Erde nicht ganz unwichtige Skala abgeben.

Das, Trisilicat von $\dot{R}$ und $\dddot{R}$ als nothwendigen Gemengtheil enthaltende krystallinische Gestein möchte dann in diesem chemischen Sinne immer *primitiv*, und zwar dasjenige mit Quarz *primitiv plutonisch*, und dasselbe ohne Quarz *primitiv vulkanisch* zu nennen seyn.

Ist es auch gewifs, dafs Gesteine der ersten Art auf

der Erdoberfläche nicht mehr im Werden begriffen sind, und ist dasselbe auch von denen der zweiten Art wahrscheinlich, so möchte dennoch, nach unseren jetzigen Erfahrungen, die Annahme gerechtfertigt bleiben, dafs es in grofser Erdtiefe Sphären giebt, wo in fortdauernden Schmelzprocessen jene kieselreicheren plutonischen Gesteine zum Theil das Material für die kieselarmen vulkanischen Gebilde unserer Tage liefern. Gelänge es nun, für plutonische und vulkanische Wirkungen überhaupt streng sondernde Kriterien aufzufinden, so könnte man hoffen, zwei verschiedene Gesteinsreihen in systematischer Aufeinanderfolge zu entwickeln, deren Glieder vielleicht erfolgreich zu parallelisiren sind.

IX. *Untersuchung des Geokronit und Hydrophit, zweier in Schweden vorkommenden neuen Mineralien; von L. F. Svanberg.*

(Aus den *Kongl. Vetensk. Acad. Handl. f.* 1839, mitgetheilt vom Hrn. Verfasser.)

Geokronit.

Nachdem durch Berzelius's Untersuchungen der Schwefelsalze Licht verbreitet worden über diese mannigfaltigen Verbindungen, welche, zwar nicht so häufig wie die Sauerstoffsalze, aber doch keineswegs selten, im Mineralreiche vorkommen, hat man das Studium solcher Fossilien in den letzten Jahren lebhaft betrieben, und dadurch besonders die Verbindungen des Schwefelantimons und Schwefelarseniks mit elektro-positiven Schwefelmetallen näher kennen gelernt. Gegenwärtig kennen wir nicht weniger als acht solcher Verbindungen, also in dieser Familie fast eben so viele Sättigungsstufen als bei den *Silicaten*. Sie sind, wenn $\dot{\acute{r}}$ das elektro-positive

und $\overset{\prime\prime}{R}$ das elektro-negative Schwefelmetall bezeichnet, folgende: $\overset{\prime}{r}\overset{\prime\prime\prime}{R}$ (*Zinkenit*, *Berthierit*, *Miargyrit*); $\overset{\prime}{r}{}^{4}\overset{\prime\prime\prime}{R}{}^{3}$ (*Plagionit*); $\overset{\prime}{r}{}^{3}\overset{\prime\prime\prime}{R}{}^{2}$ (*Jamesonit*); $\overset{\prime}{r}{}^{2}\overset{\prime\prime\prime}{R}$ (*Federerz*); $\overset{\prime}{r}{}^{3}\overset{\prime\prime\prime}{R}$ (*Pyrargyrit*); $\overset{\prime}{r}{}^{6}\overset{\prime\prime\prime}{R}$ (*Sprödglaserz*); $\overset{\prime}{r}{}^{9}\overset{\prime\prime\prime}{R}$ (*Polybasit*) und überdiefs $\overset{\prime}{r}{}^{4}\overset{\prime\prime\prime}{R}+2\overset{\prime}{r}{}^{4}\overset{\prime\prime\prime}{R}$ (*Fahlerz*). Unter allen diesen fehlt indefs doch die Verbindung, die ich hier beschreiben werde.

Das Mineral kommt in der Sala-Grube vor, sowohl in der dortigen Torgschakts-Grube, als in dem Arbeitsort Knut, und ist bisher mit dem in Sala vorkommenden Weifsgültigerz verwechselt worden. Es kommt blofs derb vor; hat keine Blätterdurchgänge, giebt aber dennoch im Bruch in einer Richtung eine Anlage zur Geradschiefrigkeit zu erkennen, wogegen es in anderen Richtungen eine nur splittrigkörnige und unebene Absonderung zeigt. Der Strich ist hell bleigrau, wie des Fossils eigene Farbe. Metallglänzend. Undurchsichtig. Spec. Gewicht $=5{,}88$. Härte zwischen der des Kalkspaths und Glimmers. Vor dem Löthrohr giebt es Reaction, sowohl auf Antimon als auf Arsenik und Blei; auf Kohle, unter fortwährendem Daraufblasen, verflüchtigt es sich mit Hinterlassung eines äufserst geringen Rückstands. Es ist eins der allerleichtschmelzbarsten Mineralien, schmilzt schon an der äufsern Flamme eines Lichts.

Durch Hinleitung eines Stroms von trocknem Chlorgas über das gelinde erwärmte Mineral wird es sehr bald zersetzt. Unter Beachtung der bei dergleichen Mineralanalysen nöthigen Vorsichtsmafsregeln, die H. Rose in seinem Handbuch der analytischen Chemie vollständig entwickelt hat, fand sich auf diese Weise folgende procentische Zusammensetzung für dasselbe

		nehmen auf an Schwefel:		
Blei	66,452	10,171	11,243	5
Kupfer	1,514	0,770		
Eisen	0,417	0,247		
Zink	0,111	0,055		
Silber, Wismuth	Spur			
Antimon	9,576	3,583	6,602	3
Arsenik	4,695	3,019		
Schwefel	16,262			
	99,027.			

Diefs stimmt, so vollständig man es nur wünschen kann, damit, dafs der Schwefelgehalt der Basen zu dem der Säuren $=5:3$, d. h. mit der Formel $\overset{,}{r}^5 \overset{,,,}{R}$, oder, wenn man das Kupfer, Eisen und Zink für blofse Einmengungen ansieht, mit:

$$\overset{,}{Pb}^5 \left\{ \begin{matrix} \overset{,,,}{Sb} \\ \overset{,,,}{A} \end{matrix} \right\}.$$

Das Mineral ist folglich die fünfte der Verbindungen des Schwefelantimons mit Schwefelblei; die zuvor bekannten sind: Zinkenit, Plagionit, Jamesonit und Federerz. Da ehemals dem Antimon das Zeichen der Erde und dem Blei das des Saturns gegeben wurde, so habe ich für das Mineral den Namen *Geokronit* vorgeschlagen, von *γη*, die Erde, und *χρονος*, Saturn.

Hydrophit.

Nachdem Sefström in den Frischschlacken von allem Roheisen, das aus den Erzen von Taberg in Småland gewonnen wird, ein neues Metall, das Vanadin, entdeckt hat, ist es in wissenschaftlicher Hinsicht von Interesse zu wissen, was für ein Mineral in jenem Erze vorkomme und das Vanadin enthalte. Schon vor längerer Zeit forderte mich daher Hr. Lagerhjelm auf, die *dortige Bergart* qualitativ zu untersuchen, in der er durch

das Löthrohr einen Vanadingehalt aufgefunden hatte; späterhin bestimmte ich die Bestandtheile derselben quantitativ.

Diefs Mineral, welches zu Taberg allgemein unter dem Eisenerz mit Pikrolit vorkommt, ist derb, zuweilen, aber selten, mit einer fasrigen Textur; uneben im Bruch; berggrün von Farbe, aber einen etwas helleren Strich gebend. Härte zwischen der des Kalkspaths und des Flufsspaths. Spec. Gewicht =2,65. Vor dem Löthrohr giebt es Wasser aus, ist aber, selbst in den dünnsten Splittern, vollkommen unschmelzbar. Seine procentische Zusammensetzung ist:

		Sauerstoff:		
Wasser	16,080	14,293		3
Kieselsäure	36,193	18,806		4
Eisenoxydul	22,729	5,175	13,598	3
Manganoxydul	1,166	0,262		
Talkerde	21,082	8,161		
Thonerde	2,895	1,352		
Vanadinsäure	0,115			
	100,260.			

Hienach scheint also das Mineral hauptsächlich zu bestehen aus:

$$2\binom{M}{f}S^2 + \binom{M}{f}Aq^3$$

ist aber doch in geringer Quantität gemengt mit einem vanadinsauren und thonerdehaltigem Fossile. Vermöge seiner Verwandtschaft mit dem Serpentin, Ophit, von dem es sich, abgerechnet dafs das Eisenoxydul in bedeutender Menge die Stelle der Talkerde vertritt, nur dadurch unterscheidet, dafs das letzte Glied Aq^3, statt Aq^2, wie im Serpentin enthält, habe ich für dasselbe den Namen *Hydrophit* vorgeschlagen, von ὕδωρ, Wasser, und *Ophit*, welcher in den mineralogischen Werken synonym mit Serpentin ist.

X. *Ueber ein neues, ziemlich reichliches Vorkommen des Vanadins in Deutschland; von C. Kersten in Freiberg.*

Da das Vanadin seit den zehn Jahren, dafs es Sefström entdeckte, nur erst einige Mal, und zwar in sehr seltenen Mineralien aufgefunden, und blofs ein Mal in Deutschland, von Schröder, in steyermärkischen Eisenschlacken, in sehr geringer Menge beobachtet worden ist, und daher zu den seltensten Stoffen gehört, so dürfte den Chemikern vielleicht die Mittheilung nicht ganz uninteressant seyn, dafs sich dieses Metall in ziemlichen Mengen in mehreren Varietäten *blauer Kupferschlacken aus dem Mannsfeldischen* findet. Der Umstand, dafs diese ziemlich werthlos und in grofsen Quantitäten zu haben sind, wird es möglich machen, sich dieses seltene Metall sehr leicht in hinreichender Menge verschaffen zu können, und Gelegenheit geben, die Verbindungen desselben mit anderen Metallen, und den Einflufs auf letztere, worüber bis jetzt noch keine Versuche bekannt sind, kennen zu lernen.

Nachdem ich bei meinen Versuchen über die Ursache der *blauen Färbung mancher Mineralien und Kunstproducte* [1]), durch Untersuchung einer grofsen Anzahl blauer Hohofenschlacken, zu der Ueberzeugung gelangt war, dafs diese Färbung in sehr vielen Fällen vom *blauen Titanoxyd* und in einigen auch von Molybdän herrührt, wendete ich mich zur Ermittlung der Ursache der blauen Färbung mancher *Kupferschlacken.* Ich untersuchte zuerst einige Stücke schön himmelblauer Kupferschlacke, welche ich in Chessy gesammelt hatte, und die bei dem

1) Diese Annalen, Bd. L S. 313.

Verschmelzen von Kupferlasur, Malachit etc. in Schachtöfen fällt. — Weder in diesen Schlacken, noch in blauen Schieferschlacken aus dem Mannsfeldischen konnte eine Spur von Titanoxyd aufgefunden werden. — Da also die blaue Färbung nicht von Titanoxyd herrührte, und es mir nicht gelang auf synthetischem Wege durch Kupferoxydul und Kupferoxyd *blaue* Erdengläser zu erzeugen (welche Versuche indessen noch nicht geschlossen sind), so entstand in mir die Vermuthung, dafs diese Schlacken, namentlich die Mannsfeldischen, vielleicht durch Molybdänverbindungen blau gefärbt seyn könnten. — Diese Vermuthung wurde auch dadurch hervorgerufen, dafs Molybdänglanz in dem Mannsfelder Kupferschiefergebirge vorkommt, Spuren von Molybdän in diesen Schlacken bereits beobachtet, insbesondere in den Eisensauen, welche bei dem Schieferschmelzen sich bilden, 27 bis 28 Proc. *Molybdän* gefunden worden ist*). — Mehrere Versuche mit blauen Schlacken von der Gottes-Belohnungshütte bei Leimbach fielen indessen unentschieden aus; nur einmal erhielt ich, als ich trocknes Chlorgas über ein Gemenge von geschlämmten Schlakken mit Zuckerkohle bei starker Rothglühhitze leitete, kleine Mengen rother Dämpfe von Molybdänchlorid, in den übrigen Fällen, so wie durch Schmelzen der Schlakken mit Alkalien etc. bekam ich nur Spuren von der Gegenwart von Molybdän, bisweilen auch diese nicht einmal. — Dagegen fand ich in diesen blauen Schlacken, welche manchen blauen Eisenhohofenschlacken ähneln, zu meiner Verwunderung eine gar nicht unbedeutende Menge *Vanadin*, welches Metall wahrscheinlich als intermediäres Oxyd darin enthalten ist. — Ob dieses Metall die blaue Färbung der Schlacken verursacht, darüber enthalte ich mich, indem ich hierüber noch keine synthetischen Versuche angestellt habe, für jetzt etwas zu äufsern! — und weil es bekanntlich sehr schwierig ist,

*) Erdmann's Journal, Bd. IX, 1836.

e Vanadinsäure chemisch rein, insbesondere von Kie-
lsäure darzustellen, so kann auch die Menge von Va-
ıdin, welche in den Schlacken ist, jetzt nicht genau
ıgegeben werden. — Am *reichsten* an Vanadin schei-
:n mir die blauen Schlacken von der Gottes-Beloh-
ıngshütte zu seyn. — Ich habe daraus eine ziemliche
enge von Vanadinsäure, auf folgende Weise dargestellt.

Die gepulverten Schlacken wurden mit 3 Th. koh-
ısaurem Natron und 1 Th. Salpeter in einem grofsen
hmiedeeisernen Tiegel geschmolzen. Man erhielt hier-
rch eine dickflüssige, nach dem Erkalten grünlichgelbe
asse, welche gepulvert und mit vielem siedenden Was-
r ausgelaugt wurde Die Flüssigkeit, von dem erbsen-
lben Rückstand abfiltrirt, wurde mit Chlorwasserstoff-
ıre übersättigt, wobei sie eine *gelbe* Farbe annahm
d Kieselerde sich ausschied. Man dampfte sie hier-
f zur Trockne, um alle Kieselsäure und möglicherweise
ch Molybdänsäure abzuscheiden löste die Salzmasse
ederum in ungesäuertem Wasser auf, filtrirte die Lö-
ng und fällte dieselbe mit Schwefelwasserstoff-Ammo-
ak. Der braune Niederschlag wurde an der Luft schwach
glüht, dann mit etwas Salpeter geschmolzen, und die
haltene gelbe Salzmasse wiederum in Wasser aufgelöst.

Nach dem Neutralisiren mit Chlorwasserstoffsäure etc.
ırde nun die Vanadinsäure entweder sogleich durch Sal-
ak, unter Beobachtung der von Berzelius angege-
nen Vorsichtsmafsregeln, gefällt, und das erhaltene va-
dinsaure Ammoniak weiter behandelt, oder sie wurde
rch Chlorbaryum niedergeschlagen. Der gelbe hydra-
:he, nach und nach weifs werdende Niederschlag wurde
an durch concentrirte Schwefelsäure zerlegt, und der
ıaltene schwefelsaure Baryt durch Schmelzen mit sau-
n schwefelsaurem Kali gänzlich von Vanadinsäure be-
it. — Die schwefelsaure Vanadinsäure wurde durch
hitzen zersetzt, der Rückstand mit etwas Salpeter ge-
ımolzen, und aus dem erhaltenen vanadinsauren Kali

durch Auflösen und Versetzen mit Chlorammonium vanadinsaures Ammoniak dargestellt. — Durch gelindes Glühen an der Luft verwandelte man dieses in Vanadinsäure. — Die auf diese Weise erhaltene Säure zeigte noch Spuren von Kieselsäure, überdiefs aber, bei vergleichenden Versuchen, *mit reiner Vanadinsäure*, welche ich der Güte des Hrn. v. Berzelius verdanke, *gleiche Reactionen* wie diese, sowohl auf nassem als auf trocknem Wege.

Das Vanadin scheint grofse Neigung zu besitzen sich zu verschlacken, und da auch das Taberger Frischeisen weit weniger Vanadin enthält als die Frischschlacken davon, so steht zu erwarten, dafs die metallischen Schmelzproducte der Mannsfelder Hütten weniger Vanadin als die dabei gefallenen Schlacken enthalten dürften. — Die Versuche hierüber sollen fortgesetzt werden, besonders um das Mineral in den Kupferschiefern auszumitteln, welches Veranlassung zum Vanadingehalt der beim Verschmelzen derselben erzeugten Schlacken giebt.

Freiberg, den 14. December 1840.

I. *Ueber die Temperaturvertheilung auf der südlichen Hemisphäre, und die klimatischen Verhältnisse von Süd-Neuholland und Van-Diemens-Land;*
von Wilhelm Mahlmann.

ls David Brewster im Jahre 1825 einen kurzen
szug aus den von Th. Brisbane mitgetheilten Tem-
raturbeobachtungen zu Macquarie Harbour und Hobart
wn in Van-Diemens-Land vom J. 1822 publicirte [1]),
gerte er aus der Vergleichung der mittleren Wärme
n Hobart Town mit der von Rom und von Salem in
assachusets, dafs das Klima jenes Ortes in der Mitte
rischen dem von Europa und Amerika läge, und dafs
eser Umstand zu der Annahme berechtigte, die isother-
en Curven der südlichen Hemisphäre wären, wie die
r unsrigen, auf zwei Kältepole zu beziehen, deren Po-
ion mit den magnetischen Polen coïncidirten. Unter
r Vosaussetzung, dafs diese Kältepole dieselbe Lage
e die der nördlichen Hemisphäre besäfsen, und dafs
r Hobart Town zunächst gelegene dieselbe Tempera-
r wie der nordamerikanische hätte, berechnete er die
ärme dieses Ortes zu 53°,11 F., was von dem beob-
hteten Medium des Jahres 1822 (52°,42) nur um
0°,69 abwich. Gab er diesem Pole die Temperatur
s asiatischen Kältepoles, so erhielt er eine gröfsere
fferenz (+2°,25 F.). Er verglich ferner die mittlere
mperatur von Van-Diemens-Land mit der von Cap-
dt nach Colebrooke's Beobachtungen, und erhielt
raus für den östlichen Pol gröfster Kälte in der süd-
hen Halbkugel eine Lage, welche mit der des entge-

[1]) *Edinb. Journ. of Science, Vol. II p.* 75—77.

gengesetzten Poles der nördlichen Hemisphäre correspondirte.

Bald darauf theilte er Beobachtungen aus der nördlichen Halbkugel von den amerikanischen Missionairs auf Hawaii (Sandwich-Inseln) mit [1]), dessen Medium aus einem Jahre, 75°,1 F., nur um 0,33 gegen das Resultat seiner Formel abwich; und endlich publicirte er in demselben Journal [2]) Threlkeld's Beobachtungen auf Raiatea (Ulietea, Societäts-Ins.) im Jahre 1822, deren Medium (aus Morgen- und Abend-Beob.), 76°,77 F., um 0,66 gröfser als das Resultat der Formel (76,11) war. Er schlofs aus diesen Ergebnissen, dafs seine Formel für die nördliche und südliche Hemisphäre die Temperatur jener Gegenden sehr genau darstelle, und in der That scheint diefs so, wiewohl es einleuchten mufs, dafs es höchst gewagt ist, nicht nur die geographische Lage, sondern auch die mittlere Wärme der Kältepole unserer Hemisphäre auf die südliche zu übertragen; denn theils ergeben die Untersuchungen anderer Meteorologen auch für unsere Halbkugel abweichende Resultate, theils scheint eine genaue Bestimmung dieser Punkte überhaupt noch nicht an der Zeit zu seyn [3]). Ob aber jene Uebereinstimmung zwischen Beobachtung und Berechnung eine solche Gewähr für die Richtigkeit der Hypothese darbiete, als der gelehrte und scharfsinnige Physiker annimmt, wird aus folgenden Bemerkungen über die benutzten Beobachtungen selbst leicht zu beurtheilen seyn.

In Betreff von Van-Diemens-Land, dessen mittlere Temperatur aus den beiden oben gedachten Punkten bestimmt wurde, ist zu bemerken, dafs, wenn auch die benutzten Beobachtungsstunden, 9h Morgens und 9h Abends wahr-

1) *Edinb. Journ. of Science, Vol. V p.* 370.

2) *Vol. X p.* 80.

3) Vergl. Kämtz Vorles. üb. Meteor. 1840, S. 230.

vahrscheinlich nahe das wahre Mittel liefern, dadurch loch ein kleiner Fehler entstehen konnte, dafs zu Macquaie Harbour nur 9 Monate beobachtet, die fehlenden 3 ıber durch Rechnung eingeschaltet wurden, was nach neiner Berechnung ein etwas zu niedriges Medium des Iahres ergiebt. Dafs eine solche Interpolation aber immer noch Unsicherheit hervorbringt, beweist die Veränlerlichkeit der Differenzen in den 9 Monate gleichzeitigen Beobachtungen. Die Temperatur von Macquarie Harıour war nämlich gleich der von Hobart Town (an der *ntgegengesetzten* Küste der Insel) + (in *Centes.* Graen):

Apr.	Mai.	Juni.	Juli.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
+2,27	1,76	1,32	2,94	1,58	6,47	1,36	0,17	0,67.

Ferner ist das Mittel eines *einzigen* Jahres, welches ekanntlich um 2 bis 3 Grade C. vom wahren, vieljähigen abweichen kann, wohl nicht völlig geeignet, um ine solche Hypothese zu prüfen. Wirklich scheint diefs ahr (1822), nach den Beobachtungen, welche 1821 bis 824 zu Sidney und Paramatta angestellt wurden, ein varmes, vielleicht hier um 1° C. zu heifses gewesen u seyn, wonach sich die Abweichung von der Wahrleit schon auf 2½° F. erhöht. Dafs die wenigen Monte, welche man in diesem Jahre zu Capstadt beobachet hat, keine gröfsere Wärme als die mittlere vieljähge liefern, kann nicht als ein Grund gegen jenes Erebnifs für New-Süd-Wales angeführt werden, seitdem ove für unsere Hemisphäre dargethan [1]), dafs in weit eringeren Distanzen gleichzeitige Beobachtungen meist tgegengesetzte Abweichungen der monatlichen Media nes Jahres von vieljährigen zeigen. Diefs bestätigt sich ogar einigermafsen dadurch, dafs das weit näher lieende Madras im J. 1822 eine um 0,78 F. gröfsere Wärme s das Mittel aus 25 Jahren hatte, und Calcuttas Temeratur selbst um 1°,84 F. zu hoch war.

1) Abhandl. der Academie zu Berlin, 1838.

Die Beobachtungen auf den Inseln des stillen Oceans, welche Brewster benutzte, sind meist auch in diesem Jahre angestellt, dürften also vielleicht mit einem ähnlichen Fehler behaftet seyn. Dazu treten jedoch noch andere nicht unerhebliche. Die Beobachtungen der Missionare sind nämlich gar nicht auf Hawaii, sondern auf der fast zwei Breitengrade weiter nördlich vom Aequator entfernten Insel Woahu angestellt, ein Irrthum, wozu der Titel des benutzten Werkes: (Ellis) *Mission. Tour around Hawaii. Boston* 1825, Veranlassung gegeben. Ferner sind dieselben nicht wegen der Stunden (8^h Mitt., 3^h und 8^h Ab.) corrigirt, so dafs Brewster's Formel schon deshalb auch auf der *nördl.* Hemisphäre für diefs Jahr ein um 2° F. zu hohes Medium liefert [1]).

Bei Raiatea, in der Südsee, ist eine Reduction auf wahres Medium nicht angebracht, weil die Zeiten nicht angegeben sind. Wenn nun doch die Morgen- und Abendbeobachtungen, als etwa das nahe Mittel liefernd, benutzt wurden, so liegt darin offenbar keine grofse Zuverlässigkeit; ja selbst wenn man voraussetzt, es sey von Threlkeld zu homonymen Stunden beobachtet worden, so ist es auch von diesen noch nicht ausgemacht, ob sie in Breiten, wo die tägliche Variation eine noch weit wichtigere Rolle in der Bestimmung des Mittels spielt, als in der gemäfsigten Zone, zur Beobachtung geeignet sind; wenigstens ergeben Goldingham's stündliche Observationen zu Madras, dafs die homonymen Stundenpaare von 7, 8 und 9^h ein um 0°,7 bis 0°,9 C. zu niedriges Mittel liefern. Aufserdem zeigt eine flüchtige Betrachtung der Tabelle, dafs im Monat Juni das Morgen-Medium offenbar durch einen (Druck- ?) Fehler entstellt ist, wodurch sich das jährliche um 0°,2 C. erniedrigt, also die Abweichung der Rechnung schon deshalb auf 1° C. unter dem beobachteten Werthe ausfällt. In

1) Man vergl. Freycinet's *Voyage*, worin jedoch das corrigirte Medium wahrscheinlich zu niedrig ist.

der That ergiebt das nach der mittleren täglichen Variation *ungefähr* corrigirte Medium [1]), dafs Brewster's Formel ein um $1\frac{3}{4}$° F. zu niedriges Mittel liefert.

Was endlich Capstadt, den dritten benutzten Ort der südlichen Halbkugel, belangt, so kenne ich die Abweichung der berechneten und beobachteten Werthe nicht; aus einer Berechnung von 10- bis 11 jährigen Beobachtungen an diesem Orte ergiebt sich nur, dafs Colebrooke's Angabe um 0°,5 C. zu hoch ist [2]).

Wir glauben aus den angeführten Umständen den Schlufs ziehen zu dürfen, dafs, da die so vergröfserten Differenzen die Hypothese zweier Kältepole auf der südl. Hemisphäre nicht eben unterstützen, ihre Existenz keineswegs auf jenem Wege erwiesen scheint. Eine Untersuchung des Laufes der Jahres-Isothermen der südlichen Hemisphäre, nach den um mehrere Orte bereicherten Materialien, ergab jedoch so viel Analogie mit dem Gesetz der Wärmevertheilung sowohl in der heifsen, als in der gemäfsigten Zone unserer Halbkugel, dafs von dieser Seite das Vorhandenseyn von Punkten der geringsten Mittelwärme wahrscheinlich wird. Zu den vielen noch unlösbaren Problemen der Meteorologie müssen wir indefs auch jetzt die Bestimmung der geographischen Lage und der Temperatur dieser Pole zählen.

Es dürfte von Interesse seyn, das in Bezug auf die Temperatur von Neuholland, Van-Diemens-Land und Neuseeland bekannt gewordene, zerstreute Mineral in einer Tabelle vereinigt zu sehen, weshalb ich noch mehrere Orte aus den Journalen selbst berechnet habe, wodurch sich manches Lehrreiche bei Vergleichung mit dem Wärmegange in der jährlichen Periode in gleichen Brei-

1) Dove's Repert. der Physik, Bd. IV S. 130.

2) *Ebendaselbst, S. 101.*

ten anderer Continente ergiebt [1]). Wenn ich sonst benutzte Beobachtungen, z. B. von Perth, hier nicht aufgenommen, so geschah diefs, weil ich mich nicht entschliefsen konnte, Mittel, welche nach der beliebten Methode der meisten Beobachter in den englischen Colonien aus den monatlichen Extremen berechnet sind, für wahre anzusehen; schon v. Humboldt hat (*Lign. isoth. p.* 33) auf den daraus entspringenden Fehler aufmerksam gemacht, und doch finden wir in der neuesten Zeit noch solche Media mit anderen genauen verglichen, um den Lauf der Isothermen zu bestimmen. Jene Extreme sind selbst selten wahre, ihre Mittel stimmen noch seltner zufällig mit vollständig[illegible] Beobachtungen überein. Auch die Beobachtung [illegible] euseeland in 34° bis 36° würden nicht benutzt seyn [illegible] de sich nicht eine befriedigende Uebereinstimmung [illegible] t den Temperaturverhältnissen von Neu-Süd-Wales. (S. Tabelle I.)

In derselben Tabelle ist auch ein Beobachtungsjournal im Manuscripte von Herrn Adolph Schayer zu Woolnorth beim Nordwest-Cap, welches ich der gefälligen Mittheilung des Hrn. Prof. Magnus verdanke, benutzt worden. Diese ist um so wichtiger, als wir sehr wenige Journale von der südlichen Hemisphäre besitzen, nnd man meist, wo solche in den Bibliotheken gelehrter Gesellschafen deponirt sind, ihre Berechnung gescheut hat. Wir haben uns für die Mittel der Monate und Reductionen dieser Arbeit unterzogen, und theilen einen gedrängten Auszug daraus mit, an welche wir einige Bemerkungen über die klimatischen Verhältnisse von Van-Diemens-Land und Neu-Süd-Wales knüpfen. (Siehe Tabelle II und III.)

[*Bemerkungen.* Die Beobachtungen umfassen ein vollständiges Jahr vom 10. Mai 1837 bis 9. Mai 1838, und wurden um 8^h Morg., 2^h

---

1) S. darüber den Monatsbericht der Gesellschaft für Erdkunde etc., Berlin, 2. Jahrg. 1840, S. 34.

T aimal-Grade.

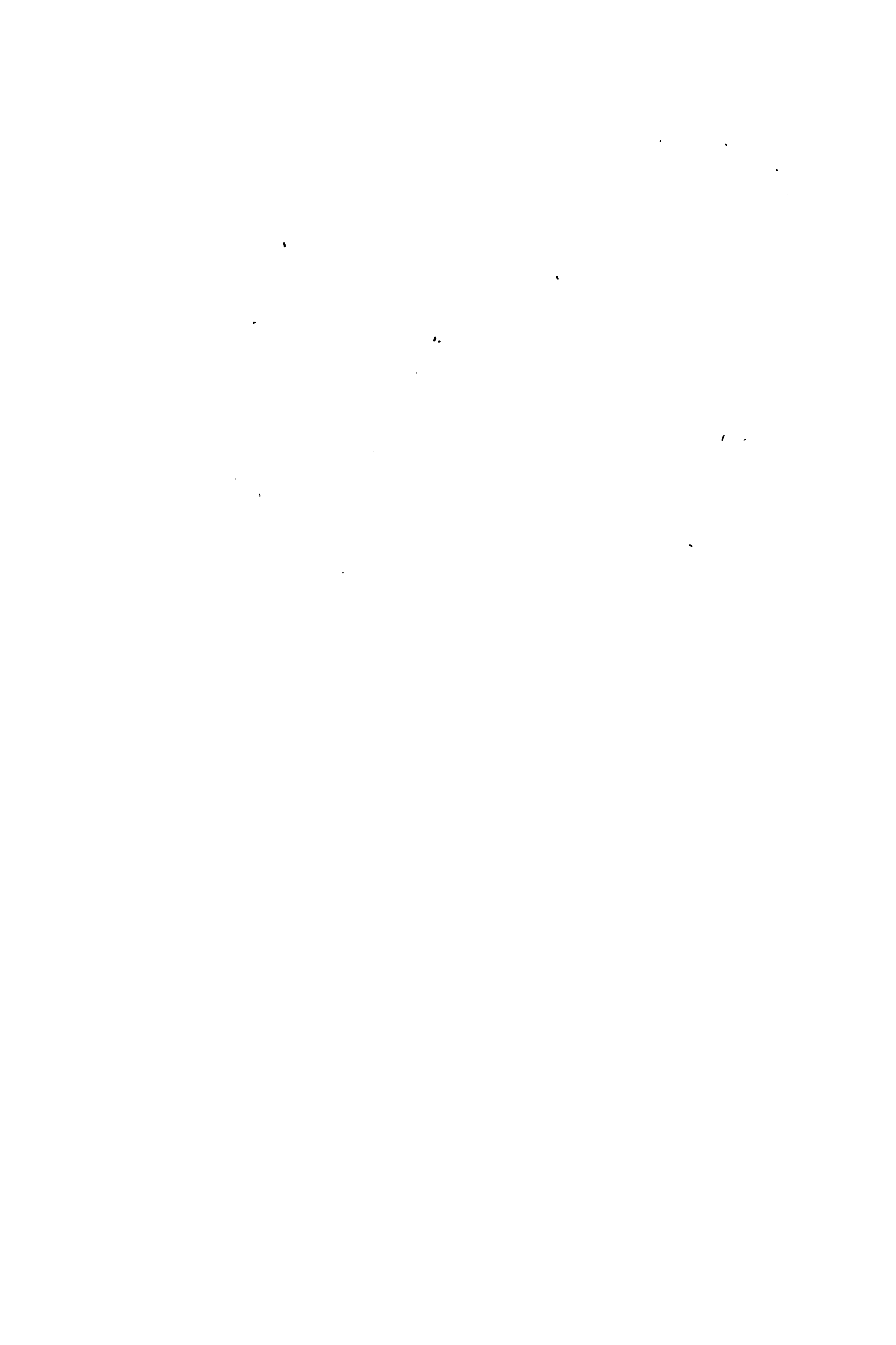
r.

	August.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
dküste von Neuhol					
Dundas, Melv. In	24,5	26,0	27,8	28,7	29,3
vest-Neuholland					
k	11,1	15,0	18,6	20,6	25,8
ny	12,7	13,6	14,5	14,1	16,0
ost-Neuholland .					
ey und Paramatta	13,3	16,2	19,6	21,6	24,2
	12,7	15,8	19,2	21,4	23,2
Philip			20,3	21,1	(21,2)
-Diemens-Land					
olnorth	9,8	9,9	12,0	13,6	14,3
quarie Harbour .	9,1	14,9	13,6	14,4	17,9
art-Town	7,5	8,4	12.3	14,2	17,2
-Seeland					
ui					
iginn Charlotte's S			(17,1)	(16,9)	17,3

achter.

lküste von Neuholl
Dundas, Melv. Ins tägl. auf wahr. Med. red.
vest-Neuholland .
. . . . Unsicher.
ny . . . . 8ʰ Morg. und Sonnenunterg. corr.
st-Neuholland . .
ey und Paramatta n, die nahe wahres Med. geb.
Philip . . . . . . ags.
Diemens-Land .
lnorth . . . . . . d. aus 8ʰ, 2ʰ und 8ʰ.
uarie Harbour . .
rt-Town . . . . .
Seeland . . . . . .
unter 34° bis
ginn Charlotte's S und Abd.; Stund.?

1) Im Allgemeinen sol



.ünge

atliche

num.

ei	53°
-	57
·	52
·	49
	59
·	53
·	56
·	62
-	69
-	57
-	64
-	57
ei	32°
Juli	

Z

38.	
38	
. .	
. . .	
. . .	
. . .	
. . .	
. . .	
. . .	
3 . .	
. . .	
. . .	
. . .	
. .	

n der

und 8h Ab. (Regen um 8h Morg.) angestellt. Wind und Wetter sind täglich zwei Mal, Vor- und Nachmittags, notirt.

Das *Barometer* und das damit verbundene Thermometer haben 15' Höhe über der Meeresfläche, und sind in einem luftigen Saale, etwa 50 Schritte von der Seeküste aufgestellt. — Das *Thermometer im Freien*, welches (aus nicht angegebenen Gründen) nur vom 20. Juli 1837 bis zum 14. Januar 1838 beobachtet ward, war an der Südseite desselben Gebäudes im Schatten und vor Strahlung geschützt aufgestellt. — Der *Regenmesser* stand 10 Fuſs über dem Meeresspiegel in gleicher Entfernung von der Küste, als die vorgedachten Instrumente. — Die *Maaſse* sind sämmtlich *englisch.*]

Temperatur. Die merkwürdige Gleichförmigkeit der Wärme an der Westküste von Van-Diemens-Land bestätigt sich auch durch diese Beobachtungen, und rechtfertigt es einigermaſsen, wenn die Kolonisten dem Klima die Anmuth eines »ewigen Frühlings« beilegen. Auch gehören gröſsere Aenderungen der Wärme in der täglichen Periode zu den Seltenheiten, wie aus der oceanischen Lage erklärlich wird. Die mittlere Jahreswärme dieser Küsten ist um 3½° C. geringer als die der italischen Halbinsel, dagegen um 3° höher als die der Ostküste von Nord-Amerika in gleicher geographischer Breite; ja sie scheint auch etwas wärmer als die der Westküste von Süd-Amerika zu seyn. Während Italien wenig wärmere Winter hat, übertrifft seine Sommertemperatur die australische Insel um 6 bis 7° C.; Nordamerikas Sommer sind um nahe 4° wärmer, seine Winter hingegen um 8 bis 9° C. kälter.

Hr. Schayer bemerkt, daſs diese Tabelle nicht zum Maaſsstab für die ganze Insel dienen könne: denn trotz ihrer geringen Ausdehnung ist doch das Klima in verschiedenen Lagen bedeutend abweichend. Die Nähe des Meeres und die freie, niedere, von keinen Gebirgen eingeschlossene Lage von Woolnorth sind Ursachen, daſs die Temperatur hier gleichmäſsiger, der Winter milder, der Sommer aber kühler ist [1]), als im Innern der Insel,

1) Die Sommertemperatur scheint jedoch in Folge der ungewöhnlichen Nässe *unter* der mittleren zurückzubleiben.

deren mittlere Erhebung wohl 600 Fufs (?) beträgt. So z. B. steigt in Hobart-Town das Thermometer im December und Januar auf 80 bis 100° F,; der Winter bringt häufig Schnee, den man in Woolnorth gar nicht kennt; Nachtfröste im Sommer sind hier äufserst selten, im Innern aber häufig.

Luftdruck. In Verbindung mit zweijährigen Beobachtungen zu Sidney und einjährigen zu Albany stellt sich über den Gang des Barometers in der jährlichen Periode heraus, dafs das Maximum der monatlichen Medien in die Herbstmonate fällt. Die Kürze der Beobachtungszeit läfst jedoch um so weniger mit Sicherheit behaupten, dafs hier ein anderer Gang des Barometers als auf unserer Hemisphäre stattfinde, als sich überhaupt in der Differenz der monatlichen Media vom jährlichen eine höchst merkwürdige Gleichförmigkeit im Luftdruck zeigt. Vergleicht man hingegen die monatliche Oscillation des Barometers mit dem Westen der alten Welt, so ergiebt sich gerade ein entgegengesetztes Verhalten; indem diese Variation hier so grofs ist, dafs man im westlichen Europa erst in einer 10° höheren Breite dieselbe mittlere monatliche Gröfse wiederfindet, während das östliche Nordamerika etwa dieselbe monatliche Oscillation besitzt. Hierdurch wird nicht nur die Ansicht widerlegt, was die Observationen in der Capstadt, nur in weit geringerem Grade, unterstützen, dafs diese Oscillationen im Allgemeinen in der südlichen Hemisphäre kleiner oder doch eben so grofs seyen, als auf der nördlichen, sondern es ergiebt sich auch eine gröfsere Differenz im Luftdruck bei verschiedenen Winden, welche unzweifelhaft mit der bekannten, verhältnifsmäfsig bedeutenden Aufregung der Atmosphäre des indischen Oceans im innigsten Zusammenhange steht. — Was den Gang dieser Oscillation in der jährlichen Periode betrifft, so steht das Barometer dort, wie auf unserer Halbkugel, im Sommer ruhiger als im Winter.

Regen. Das Maximum des Niederschlages fällt hier wie an der südlichen Küste Neuhollands überhaupt, nach den Nachrichten, welche wir darüber gesammelt, augenscheinlich in die kalten Monate [1]), und der Sommer ist die Zeit der Trockenheit [2]), ein Verhalten, was grofse Uebereinstimmung mit einerlei Breite der alten und der neuen Welt der nördlichen Hemisphäre zeigt. Auf der entgegengesetzten Küste von Van-Diemens-Land, zu Hobart-Town, scheint die Regenquantität weit geringer; denn aus zweijährigen Beobachtungen ergiebt sich als jährlicher Niederschlag nur 21″ 4‴,4 in 109 Regentagen, auch tritt die Vertheilung in der jährlichen Periode nicht so bestimmt hervor. Es ist nämlich dieselbe, in Procenten des jährlichen Niederschlags ausgedrückt:

Jahreszeit.	Hobart-Town. 2 Jahr.	Woolnorth. 1 Jahr.	Albany. 1 Jahr.
Winter	32,6	36,6	59,5
Frühling	25,0	19,7	21,0
Sommer	24,5	23,5 [3])	3,9
Herbst	17,9	20,2	15,5

Es wäre leicht möglich, dafs Localverhältnisse die jährliche Regenmenge an der Bafs-Strafse erhöhen; Péron beschreibt das Klima der Insel King ähnlich als ein regniges.

Gewitter. Die Anzahl der Regengewitter und der (zuweilen von Donner begleiteten) Hagelwetter ist in diesem Jahre nicht beträchtlich. Die meisten Gewitter

1) Nach Hrn. Schayer's achtjähriger Erfahrung war im Winter (Juni, Juli, August) 1837 die Totalmenge des Regens ungefähr die durchschnittliche; in Bezug auf die binnen 24 Stunden gefallene Menge war diefs Verhältnifs jedoch überschritten.

2) Gewöhnlich rechnet man nur 20 Regentage. Ueberhaupt war dieser Sommer (1837/8) ungemein nafs; ein Fall von mehr als 4¼″ ist selbst, nach Hrn. Schayer's Bemerkung, im Winter selten.

3) S. die Anmerk. S. 549.

sind Nachmittags notirt, und dafs sie im Sommer am häufigsten eintreten, wird durch die Angabe von Collie und Anderen für das südliche Neuholland als allgemeine Regel bestätigt, worin sie sich analog den mittelländischen Küsten verhalten.

Winde. Bei dem Mangel an fortlaufenden Beobachtungen der Luftströme schien eine Berechnung der Windbeobachtungen aus dem Journal nicht unwichtig, so kurz auch für diefs veränderliche Element die Zeit ist. Die Windrichtung wurde täglich zwei Mal, Vor- und Nachmittags, notirt, und dabei die 32 Windrichtungen des See-Compasses unterschieden, welche wir auf 8 reducirten, indem die Anzahl der aus WSW., SSW. etc. zur Hälfte respective den Hauptwinden W. und SW., S. und SW., die zwischenliegenden aber dem nächsten Punkte der Windrose zugezählt wurden; hierdurch erklären sich die Brüche bei einigen Zahlen.

Nach Lambert's Formel ergiebt sich als resultirende die mittlere Windesrichtung S. 62° 17′ W. oder nahe WSW., bei einer Windstärke von 0,332, d. h. die Wirkung aller Winde, deren Anzahl, =1000 gesetzt, war eben so grofs, als wenn 332 derselben aus der Richtung S. 62° 17′ W. geweht hätten [1]). Setzt man die Zahl aller Winde auf =1, so kommen auf

N.	0,019
NW.	0,066
W.	0,332
SW.	0,221
S.	0,093
SO.	0,027
O.	0,174
NO.	0,067

1) Die Beugung der Bäume an diesen Küsten nach Nordost, wie die Art des Hüttenbaues der Eingebornen, nach den Berichten von Péron, Labillardière und Anderen, bestätigt diese Richtung, wie die beträchtliche Stärke.

und das Verhältnifs der Winde ist:

	Jahr.	Winter.	Frühl.	Sommer	Herbst
nördl. (NW.+N.+NO.) zu südlichen =1 :	2,24	2,07	2,11	3,66	1,62
östlichen (SO.+O.+NO.) zu westlichen =1 :	2,31	4,51	2,57	1,72	1,64

In Betreff der Jahreszeiten zeigt sich, dafs in den kälteren westliche Winde die vorherrschendsten sind, in den wärmeren auch östliche häufig auftreten und südliche das Uebergewicht erhalten, was mit den Angaben von Horsburgh zusammentrifft. Diese Veränderung der Windrichtung im Laufe des Jahres wird aus der Temperaturverschiedenheit der im N. und S. sich gegenüberliegenden grofsen Land- und Wasserflächen einfach erklärbar, und es bietet sich darin wieder viel Analogie mit den Winden im südlichen Europa und nördlichen Afrika dar.

Wie an einer grofsen Menge von Orten auf unserer Hemisphäre von Dove und Kämtz nachgewiesen worden, so zeigen die mitgetheilten Zahlen deutlich, dafs auch hier *zwei einander entgegengesetzte Luftströme*, ein südwestlicher auf der Westseite und ein nordöstlicher auf der Ostseite der Windrose die vorwaltenden sind, während die Zwischenrichtungen nur als Uebergänge zu den beiden Maximis erscheinen [1]). So viel mir bekannt geworden, ist das Ergebnifs noch nicht für die gemäfsigte Zone der südlichen Hemisphäre auf empirischem Wege festgestellt worden, wiewohl die Journale der Seefahrer längst auf diefs Gesetz hindeuteten.

Es ist indefs wahrscheinlich, dafs die Steilküsten und die Gebirgsbeschaffenheit der Insel, und die Lage des Beobachtungsortes beim Eingange der Bafs-Strafse

1) Vergl. Meinicke' Festland Australien, 1837, Th. I S. 50.

einen modificirenden Localeinflufs auf jene Breiten-Winde ausüben; denn zweijährige Beobachtungen in Nicholas und Goulborn in Neu-Süd-Wales liefern S. 23° O., und einjährige zu Hobart-Town N. 40° W. und zu Albany (Leeuwin-Land) N. 13° W. als mittlere Richtung. Auch liefern die Beobachtungen in Kopenhagen (Schouw's *Veirligets Tilstand i Danmark, p.* 364) den Beweis, dafs die mittlere Richtung der Luftströmung in *einem* Jahre von der vieljährigen um etwa 90° abweichen kann.

Aus den zahlreichen Berichten der Seefahrer geht ziemlich auffallend, in Verbindung mit jenen festen Beobachtungsstationen hervor, dafs das tropische Neuholland, so viel man aus Beobachtungen an der Küste, die in solchen Breiten durch den Wechsel von Land- und Seewinden modificirt werden, schliefsen kann, völlig dem Windsysteme des indischen Oceans, den Moussons, unterworfen ist. Im Winter scheint jedoch der Passat des stillen Oceans an der Ostküste Fufs zu fassen, während an den andern Küsten der westliche Mousson herrscht. Im Sommer wird der ganze Continent in den östlichen Mousson aufgenommen, dessen Richtung nach der relativen Lage von Land und Meer an den verschiedenen Küsten eine mehr östliche oder südliche Modification erleidet; aber der nordöstliche Theil Neuhollands bildet wieder eine Ausnahme, denn hier sollen im Sommer nordwestliche Winde vorherrschen. Ob in dieser Abweichung die Lage von Neu-Guinea und die Gliederung des Erdtheils an dieser Küste einen wesentlichen Antheil haben, würde sich leicht entscheiden lassen, wenn nicht hier die Regelmäfsigkeit der Luftströmungen überhaupt weit geringer wären, als westlich im Gebiete des indischen Meeres. Die Aehnlichkeit, welche in Betreff des Klimas das Becken des mittelländischen Meeres im Allgemeinen mit den Südküsten Neuhollands besitzt, und auf welche wir mehrfach aufmerksam gemacht, erstreckt sich also auch auf die temporäre Verlängerung des Passats (Moussons) in

die gemäfsigte Zone; und so wie dort Kamsin, Solano und Scirocco als heifse Winde des afrikanischen Continents bekannt sind, so besitzt auch das südliche Neuholland heifse Landwinde, deren Einflufs sich zuweilen bis zur Südspitze von Van-Diemens-Land erstreckt.

XIII. *Ueber die Ursachen der Tonhöhe; von Felix Savart* [1])

(*Annal. de chim. et de phys. T. LXV p.* 205.)

Gewöhnlich nimmt man an, dafs die Höhe der Töne alleinig abhange von der mehr oder weniger grofsen Zahl von Impulsen, die in einer gegebenen Zeit durch successive Schallwellen zu unserem Gehörorgan gelangen. Defsungeachtet reicht diese Bedingung der Zahl von Impulsen für sich nicht hin zur Bestimmung des Grades der Tonhöhe; es ist auch nöthig, wie wir sogleich sehen werden, dafs die zum Gehörorgan gelangenden Wellen nicht abwechselnd von zwei oder mehren verschiedenen Punkten ausgehen.

Der experimentelle Beweis dieses Satzes kann auf mehrfache Weise geführt werden. Gesetzt zuvörderst man habe zwei gezahnte Räder, die eine gleiche Anzahl Zähne tragen, auf einer und derselben Axe sitzen, und auf dieser von und gegen einander, bis zur Berührung, verschoben werden können, dabei aber solche Lage unter sich behalten, dafs die Zähne des einen den Zahnlücken des anderen entsprechen. Bei solcher Anordnung der Räder ist klar, dafs wenn man sie zugleich ertönen läfst, indem man eine Karte, oder ein dünnes Holz- oder Hornblättchen daran hält, von jedem eine Wellenreihe

1) Die in dieser Notiz beschriebenen Versuche wurden schon 1830 angestellt; verschiedene Umstände verzögerten die Bekanntmachung.

ausgeht und zu unserem Gehörorgan gelangt, und dafs die Zahl der Impulse, die in gleicher Zeit auf dieses Organ gemacht wird, die doppelte ist von der, welche sie seyn würde, wenn man blofs eins der Räder ansprechen liefse. Der Versuch zeigt indefs, dafs der Ton der nämliche ist, man mag beide Räder oder blofs eins von ihnen ansprechen lassen, der Abstand zwischen diesen Rädern mag sehr klein oder sehr grofs seyn. Er zeigt sogar, dafs selbst wenn die Räder in Berührung stehen und man sie mit Einer Karte ansprechen läfst, der Ton sich nicht verändert, niemals auf die Octave steigt.

Dieser Versuch gab bei mannigfaltiger Abänderung beständig das nämliche Resultat. So liefs man die Räder, als sie in Berührung standen und ihre Zähne sich kreuzten, zugleich ansprechen, mittelst eines dünnen Holzblättchens, dem auf einem Gestell ein solcher Winkel gegeben war, dafs er der Verbindungsebene der Räder entsprach. Defsungeachtet war der Ton noch derselbe, wie beim Vorhandenseyn eines einzigen Rades, obgleich die Zahl der Stöfse dieselbe war wie bei einem einzigen Rade mit doppelter Zahl von Zähnen. Die einzige Verschiedenheit dieser beiden Fälle, die sich angeben läfst, besteht darin, dafs in dem einen die Wellen von einem einzigen Punkt ausgehen, in dem andern dagegen abwechselnd von zwei, obgleich sehr benachbarten Punkten.

Aus diesem Versuche folgt also, dafs die Höhe der Töne nicht blofs von der Zahl der Impulse abhängt, sondern dafs es zu ihrer Bestimmung auch nöthig sey, dafs die Wellen nicht abwechselnd von diesem und jenem Punkte ausgehen. Obgleich diese Folgerung, die übrigens nur der reine und einfache Ausdruck der Thatsache selbst ist, streng zu seyn scheint, so war es doch nöthig, ihre Richtigkeit für eine gewisse Zahl von Thatsachen nachzuweisen.

Zu dem Ende liefs ich von der Seite her auf die Zähne eines mit gleichförmiger Geschwindigkeit gedreh-

ten Rades zwei Luftströme blasen, durch Löcher in einer und derselben Platte, die um die Hälfte des Zwischenraums der Zähne von einander standen. Die Platte, befestigt an dem Ende einer Röhre, die zu einem Behälter mit zusammengedrückter Luft führte, wurde der Seitenfläche der Räder, so weit es ohne Berührung möglich war, genähert, und zwar so, dafs die Löcher concentrisch mit dem Rade lagen. Hierbei ergab sich nun dafs der Ton, welcher durch das abwechselnde Oeffnen und Verschliefsen dieser Löcher entstand, genau der nämliche war, welchen man erhielt, wenn man das Rad mittelst einer Karte ansprechen liefs, d. h. dafs der Ton nicht auf die Octave übersprang, wie man es vermuthen konnte. Dennoch wurden bei diesem Versuch die Löcher doppelt so oft geöffnet als die Zähne des Rades gegen die Karte schlugen, weil jeder Zahn folgweise die beiden Löcher schlofs und öffnete, während er ein einziges Mal gegen die Karte schlug. In diesem Fall waren die Punkte, von denen die Wellen abwechselnd ausgingen, noch sehr nahe beisammen; und doch war der Vorgang so, wie wenn nur ein einziger Punkt vorhanden war; mit einem Wort, man hatte zwei Töne im Einklang.

Einen Versuch der nämlichen Art kann man mit der früher von mir erdachten Stabvorrichtung anstellen [1]). Diese Vorrichtung besteht aus einem, in der Mitte seiner Länge auf einer horizontalen Axe befestigten Stabe, von dem, bei jedem Umlauf, jede Hälfte durch einen aus zwei horizontalen Brettern gebildeten Schlitz hindurchgeht. Dieser Apparat ist für gewöhnlich nur mit zwei Paaren von Brettern versehen, zwischen welchen der Stab zugleich frei durchschlägt. Fügt man nun noch zwei andere Bretterpaare hinzu, die mit den ersteren einen rechten Winkel bilden, so scheint es, dafs, da die Anzahl der Durchgänge des Stabes durch die Bretter, bei gleicher Umdrehungsgeschwindigkeit, *verdoppelt* wird, der Ton auf die Octave stei-

1) *Annalen*, *Bd.* XXII S. 596.

gen müsse; allein die Erfahrung zeigt, dafs er noch derselbe bleibt. Diefs kann nur durch die Annahme gerechtfertigt werden, dafs die Wellen, welche abwechselnd von zwei Punkten ausgehen, immer zwei Töne erzeugen, und nicht einen einzigen Ton, dessen Höhe durch die Gesammtzahl der auf unser Gehörorgan gebildeten Impulse bestimmt wird.

Man verdankt Hrn. Cagniard-Latour kürzlich die Beobachtung einer Thatsache, die sich ganz natürlich den eben beschriebenen anreiht, und nur auf dieselbe Weise erklärt werden kann. Dieser ausgezeichnete Physiker hat gezeigt, dafs ein kleiner Apparat, den er musikalischen Hammer nennt, bestehend aus einem Stück Glasröhre, das sich excentrisch um eine Welle dreht, zwischen zwei Ständern (*montants*), gegen welche beide es einmal bei jeder Umdrehung schlägt, nur denjenigen Ton giebt, welcher einem einzigen Schlage bei jeder Umdrehung entspricht. Die Wellen gehen, in diesen Fällen, abwechselnd von dem einen und von dem andern Ständer aus, und daraus entspringen zwei Töne, die streng im Unisono stehen, und deshalb vom Ohre zusammengeworfen werden, dennoch aber von einander verschieden sind.

Eine ganz ähnliche Erscheinung läfst sich noch einfacher mittelst eines Metallstäbchens hervorbringen, das, fest am einen und frei am andern Ende, mittelst eines Violinbogens in Schwingungen versetzt wird, zwischen zwei unbeweglichen Ständern, die solchen Abstand von einander haben, dafs das Stäbchen an der Gränze seiner Schwingungen abwechselnd den einen und den andern trifft. Man bemerkt dann wirklich, dafs der Ton unveränderlich ist, es mag das Stäbchen periodisch gegen beide Ständer schlagen, oder nur gegen einen derselben, oder ganz frei schwingen.

Hr. Cagniard-Latour hat gesucht, die so beim musikalischen Hammer beobachtete Thatsache an eine

tere anzureihen, nämlich an die, dafs, wenn man den Ton einer schwingenden Saite mittelst der Sirene bestimmt, man immer die Anzahl der Schwingungen der Saite doppelt so grofs findet, als die der Austritte der Luft aus den Löchern der Sirene. Allein diese Thatsache hat keine Analogie mit der des musikalischen Hammers; und seit lange habe ich eine Erklärung gegeben, die richtig zu seyn scheint. In der That, da jeder Austritt der Luft eine verdichtete Welle erzeugt, die sich mit der dem Schalle eigenen Geschwindigkeit fortpflanzt, so werden diese Wellen durch einen Zwischenraum ohne Verdichtung oder Verdünnung getrennt, dessen Länge abhängt von der Zeit, während welcher die Löcher gleichzeitig geschlossen sind; jeder Austritt der Luft entspricht also einer verdichtenden Oscillation der schwingenden Saite und jeder Verschlufs einer verdünnenden. Mithin entspricht jedes einzelne Oeffnen der Löcher der Sirene zwei einfachen Oscillationen der Saite. Dieselbe Beobachtung läfst sich an den Tönen der gezahnten Räder machen, bei denen gleichfalls ein einzelner Stofs zwei einfachen Oscillationen eines schwingenden Körpers entspricht.

Aus den in dieser Notiz enthaltenen Thatsachen geht also hervor, dafs die Tonhöhe nicht blofs abhängt von der Anzahl isochroner Impulse, die in einer gegebenen Zeit zu unserem Ohr gelangen, sondern dafs auch die Wellen nicht abwechselnd von verschiedenen Punkten ausgehen dürfen. Man glaube nicht, es könne dieser Satz in den verwandelt werden: dafs die Wellen, um eine und dieselbe Reihe zu constituiren, von einem einzigen unveränderlichen Punkt ausgehen müssen; denn eine grofse Zahl von Thatsachen zeigt, dafs der Ausgangspunkt der Wellen unaufhörlich verschoben werden kann, ohne dafs der Ton sich ändert. Streicht man z. B. eine Karte rasch über die Zähne eines unbeweglichen Rades hinweg, so entsteht ein Ton, welcher derselbe ist, wie

wenn die Karte fest wäre, und man das Rad mit der Geschwindigkeit drehte, die im ersteren Fall die Karte besafs. Jedermann weifs überdiefs, dafs ein tönender Körper sich, in jedweder Richtung, schnell bewegen kann, ohne dafs dadurch der erzeugte Ton abgeändert wird.

Wie ungewöhnlich auf den ersten Blick das Resultat, zu dem die vorstehenden Thatsachen führen, auch erscheinen mag, so hätte man sie doch vorher sehen können, wenn man erwägt, dafs die Schallwellen die Eigenschaft haben, sich übereinanderzulegen, ohne sich zu vermischen, wenn nicht ohne auf einander einzuwirken. Bekanntlich geschieht es nie, dafs zwei im Unisono stehende Töne, gleichviel auf Einem oder mehren Instrumenten hervorgebracht, den Ton der höheren Octave hören lassen; und dennoch mufs alsdann oft eine Kreuzung der Wellen und eine Verdopplung der Anzahl der zum Gehörorgan gelangenden Impulse eintreten.

Eins der auffallendsten Beispiele dieser Art haben wir noch in den Körpern, die in schwingende Abtheilungen zerfallen, welche alle eine gleiche Anzahl Schwingungen in gleicher Zeit vollführen, und deshalb Töne von genauem Unisono hervorbringen. Gesetzt nämlich, man habe eine kreisrunde Scheibe, die der Sitz einer zusammengesetzten Theilung sey, z. B. von zwei sich rechtwinklich schneidenden Knotenlinien. Zwei gegenüberliegende Sectoren heben sich dann und jeder erzeugt eine verdichtete Welle, während die beiden andern sich senken und jeder eine verdünnte Welle hervorbringt. Da diese Wellen genau in demselben Augenblick erzeugt, und nach allen Richtungen mit gleicher Geschwindigkeit fortgepflanzt werden, so treffen sie einander, und die von ihnen, in gewissem Abstande von der Platte, den Lufttheilchen eingeprägten Bewegungen sind genau von gleicher Stärke und entgegengesetzter Richtung [1]);

man

1) Die Interferenz der Schallwellen läfst sich in diesem Falle auch auf

man müfste also in diesem Falle keinen Ton hören, wenn mehre, gleichzeitig von verschiedenen Punkten ausgegangene Wellenreihen, sich verhielten wie eine einzige.

Das Merkwürdigste bei diesem Resultat ist, dafs das Gehörorgan, obgleich es nicht vollständig über die Richtung der Töne urtheilen kann, doch in so hohem Grade begabt ist mit der Fähigkeit einer Vergleichung der Erschütterungsrichtungen, die, da sie winkelrecht auf den Wellenflächen stehen, in dem eben betrachteten Falle beinahe parallel sind, besonders in einem etwas grofsen Abstande von dem Ort, wo die Wellen erzeugt werden. Diefs beweist, dafs das Gehörorgan ganz besonders geschickt ist, die Verhältnisse sowohl in den Richtungen als den Zahlen aufzufassen, obgleich es die Richtungen und Zahlen selbst nur sehr unrichtig zu beurtheilen vermag. So können wir, selbst annähernd, die Höhe eines vereinzelten Tons nicht bestimmen, während wir das Verhältnifs der Schwingungsanzahl zweier Töne, sobald es wenigstens einfach ist, und nicht mit den die Empfindung der Octaven hervorbringenden 1 : 2, 1 : 4, 1 : 8 zusammenfällt, mit aufserordentlicher Genauigkeit zu beurtheilen vermögen.

XIII. *Ueber die Tonbildung bei schwingenden Saiten; von Hrn. Cagniard-Latour.*

(*Compt. rend. T. XI p.* 608.)

Meine Untersuchungen, welche den Zweck hatten, auszumitteln, warum bei schwingenden Saiten die Zahl der Schallschwingungen nur, wie man lange weifs, der Hälfte der synchromen Anzahl von einfachen Oscillationen der Saite entspricht, führten mich darauf, einen Ton dadurch

die von Hopkins angegebene Art (Annal. Bd. XXXXIV S. 604) *nachweisen.* P.

hervorzubringen, dafs ich zwischen metallenen [illegible] oder Pfeilern einen kleinen, leichten und harten [illegible] mer, d. h. ein Stück Glasröhre, sehr rasch oscilliren [illegible] Es gelang; allein der Ton hatte das Eigenthümliche, [illegible] die Zahl dieser Tonschwingungen nur der Hälfte der [illegible] chronen Anzahl der einfachen Oscillationen des [illegible] mers entsprach, obgleich der Apparat so eingerichtet [illegible] dafs der Hammer, bei jedem seiner Hin- und Her[illegible] vermöge seines Anschlagens an die Stäbe, zwei [illegible] oder Geräusche von gleicher Stärke erzeugen mufste. [illegible]

Das Mittel, meinen Glasstab in Schwingungen zu versetzen (die auf 200 in einer Secunde steigen können), ist sehr einfach, und, ich glaube, neu, in sofern ich es in keinem Lehrbuch der Physik oder Mechanik erwähnt finde. Es besteht darin, dafs in ein Loch an dem freien Ende des oscillirenden Glasstabes der obere Stift einer kleinen Sirene mit schiefen Flügeln, belastet mit einem excentrischen Gewichte, gesteckt wird. Aus dieser Vorrichtung geht hervor, dafs im Moment, wo man mit dem Munde in die Windlade des Apparats bläst, und dadurch dieser Art von horizontaler Mühle eine andauernde Rotation einprägt, diese, vermöge ihrer Centrifugalkraft den Glasstab zum Oscilliren bringt, so dafs bei jedem ganzen Umlauf der Mühle zwei Oscillationen der Stabes, d. h. zwei Stöfse oder Geräusche erzeugt werden.

XIV. *Ueber einen neuen Neutralpunkt in der Atmosphäre; von Hrn. Babinet.*

(*Compt. rend. T. XI p* 618.)

Das von heiterer Luft in allen Richtungen zurückgeworfene Sonnenlicht ist theilweis polarisirt. Für einen gegebenen Punkt der Atmosphäre fällt die Polarisationsebene der uns zugesandten Portion des polarisirten Lichts

zusammen mit der Ebene, welche diesen Punkt, das Auge des Beobachters und die Sonne durchschneidet. Diese Polarisation ist in der Nähe der Sonne schwach, wächst von da bis zu einem Abstande von etwa 90°, und nimmt nun wieder ab bis zu einem Punkte, welcher, nach Analogie und Gründen der Symmetrie, um 180° von der Sonne entfernt seyn mufs; in der Nähe dieses Punktes müfste die Polarisation beinahe Null seyn, wie bei der Sonne. Beim Auf- und Untergang der Sonne würde der diesem Gestirn diametral gegenüberliegende Punkt des Horizonts der neutrale Punkt seyn müssen. Diefs ist aber nicht der Fall; denn nach einer Beobachtung des Hrn. Arago, dem wir Alles verdanken, was wir bisher über die Polarisation, die Farben und die Beleuchtung der Atmosphäre wissen, liegt der neutrale Punkt nicht 180° von der Sonne, d. h. nicht am Horizont selbst, sondern in beträchtlicher Höhe, z. B. 20° bis 30° über dem Horizont.

Auf einer Reise, die ich neulich an der Meeresküste zu machen Gelegenheit hatte, nahm ich mir vor, zu untersuchen, ob Hrn. Arago's neutraler Punkt seine Höhe mit dem Steigen und Sinken der Sonne verändere, selbst wenn die Sonne unter dem Horizonte sey. Die Beleuchtung der Atmosphäre durch den Reflex des Meeres beim Sonnenuntergang schien mir eine wichtige Rolle bei dem Phänomen zu spielen. Allein an dieser Untersuchung ward ich durch einen ganz unerwarteten Umstand gestört, nämlich durch das Daseyn eines zweiten neutralen Punkts über der untergehenden Sonne, fast eben so hoch über dem Horizont als Hrn. Arago's neutraler Punkt an der entgegenüberliegenden Seite des Himmels. Seitdem habe ich die Lage dieses neuen neutralen Punkts sehr oft beobachtet. Im Westen erscheint er, selbst wenn die Sonne noch nicht untergegangen ist, und im Osten wenn sie noch nicht aufgegangen ist. Eine, obgleich sehr unvollkommene, Schätzung läfst mich

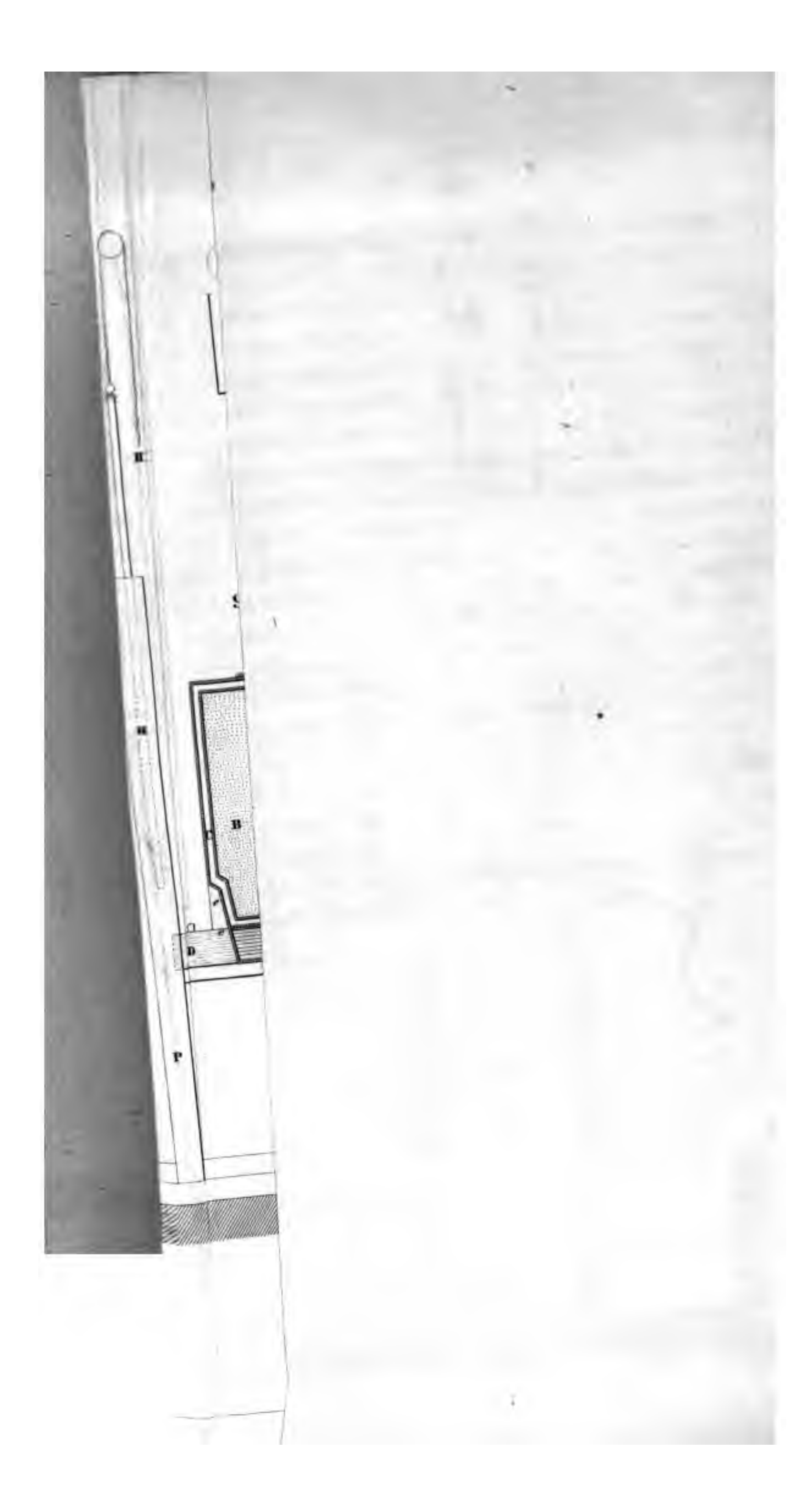
glauben, dafs dieser neue Neutralpunkt nicht ganz
liegt als der von Hrn. Arago.

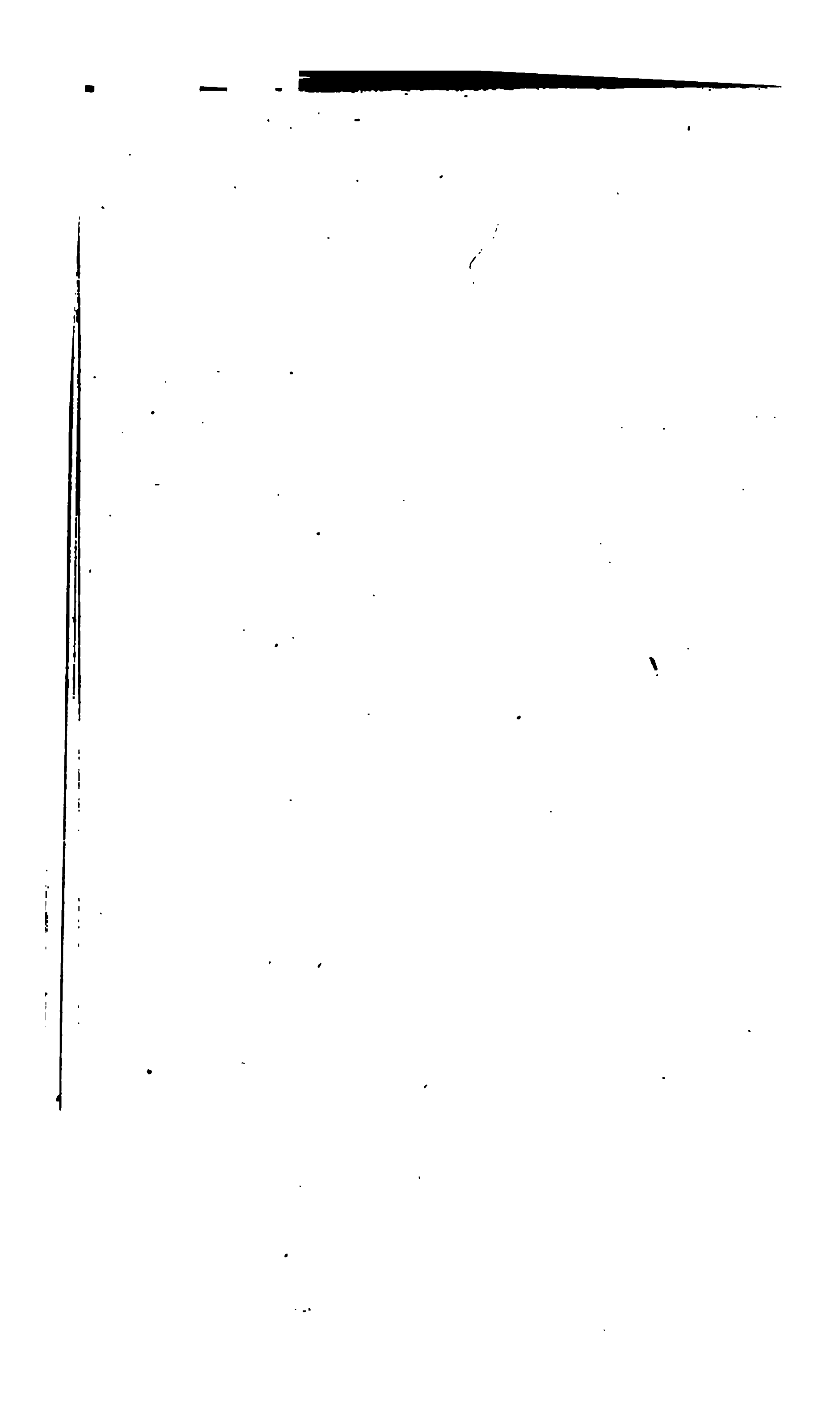
Zu diesen Beobachtungen bediene ich mich
wundernswürdigen Polariskops von Hrn. Savart
ches Farbenstreifen auf den Himmel projicirt,
selbst noch bis in die vom Licht der auf- und
gehenden Sonne erfüllten Räume verfolgen kann,
mit keinem anderen Polariskop mit solchem Erfolg
lich ist. Uebrigens ist der neue Neutralpunkt so
lich, dafs sein Daseyn keinen Zweifel übrig lassen
wiewohl er merklich unscheinbarer ist als der Arag
sche, was vielleicht von dem gröfseren Glanz des Lich
in der Nähe der Sonne herrührt. Bei der Mittheilun
meiner Beobachtung an Hrn. Arago, dem die optisc
Meteorologie so viel verdankt [2]), erfuhr ich von diesem
dafs er den zweiten Neutralpunkt nie beobachtet habe

1) Vergl. Annal. Bd. XXXXIX S. 292.

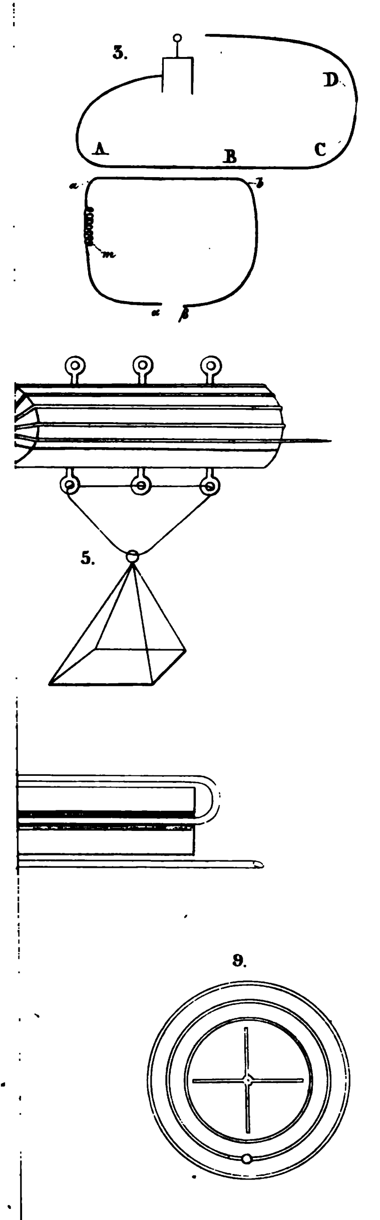
2) Die Beobachtung der Farben, welche Glimmerblättchen bei Be-
leuchtung von dem Lichte eines heiteren Himmels darbieten, war
die Herrn Arago zur Entdeckung der chromatischen Polarisation
führte.

Gedruckt bei A. W. Schade in Berlin.

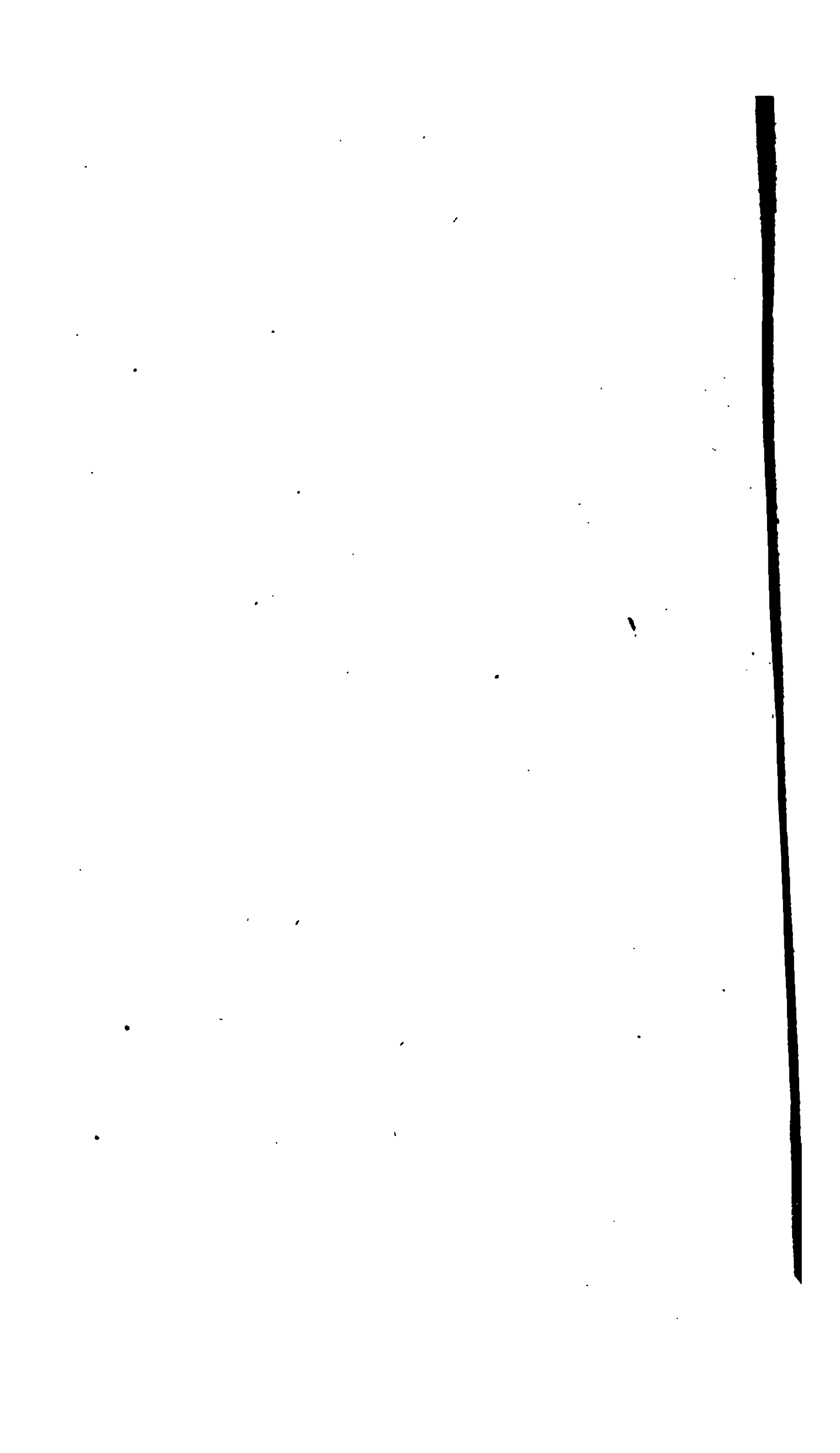


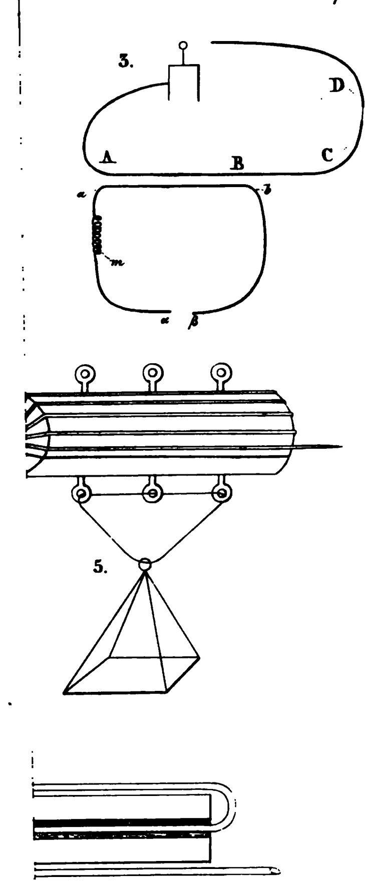


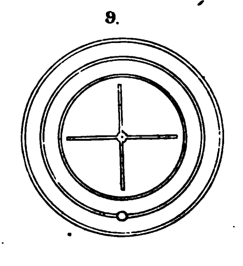
Taf. II.



C. Guinand sc.







C. Grünewald sc.









